

	Erdöl- und Erdgasindustrie Röhrenkesselwärmetauscher (ISO 16812:2002) Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16812:2003	DIN EN ISO 16812
ICS 27.060.30; 75.180.20	Entwurf Petroleum and natural gas industries — Shell-and-tube heat exchangers (ISO 16812:2002); German and English version prEN ISO 16812:2003 Industries du pétrole et du gaz naturel — Échangeurs de chaleur à faisceaux (ISO 16812:2002); Version allemande et anglaise prEN ISO 16812:2003 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten — vorzugsweise als Datei per E-Mail an noeg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter http://www.din.de/stellungnahme abgerufen werden; — oder in Papierform an den Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln. Nationales Vorwort Dieser europäische Norm-Entwurf wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ (Sekretariat: Frankreich) erstellt. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme von ISO 16812:2002, erarbeitet vom ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“, Subkomitee SC 6 „Processing equipment and systems“. Für Deutschland waren bei der Erstellung dieses europäischen Norm-Entwurfs der Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) sowie der Normenausschuss Maschinenbau (NAM) beteiligt. Fortsetzung 92 Seiten prEN Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN	Einsprüche bis 2003-09-30

— *Entwurf* —

— Leerseite —

Erdöl- und Erdgasindustrie — Röhrenkesselwärmetauscher (ISO 16812:2002)

Industries du pétrole et du gaz naturel — Échangeurs de chaleur à faisceaux (ISO 16812:2002)

Petroleum and natural gas industries — Shell-and-tube heat exchangers (ISO 16812:2002)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt
Dokumentsprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einführung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Definitionen	6
4 Allgemeines	8
5 Angebote	8
5.1 Pflichten des Käufers	8
5.2 Pflichten des Verkäufers	8
6 Zeichnungen und sonstige erforderliche Daten	9
6.1 Umrisszeichnungen	9
6.2 Erforderliche Informationen nach Prüfung der Zeichnungen	10
6.3 Protokolle und Aufzeichnungen	11
7 Auslegung	12
7.1 Auslegungstemperatur	12
7.2 Verkleidung für Korrosionszuschlag	12
7.3 Mantelauflagen	12
7.4 Fest montierter Kopf	13
7.5 Schwimmkopf	13
7.6 Rohrbündel	14
7.7 Stutzen und sonstige Anschlüsse	17
7.8 Flanschverbindungen mit Außenumfang	18
7.9 Dehnfugen	18
7.10 Dichtungen	18
7.11 Handhabungsvorrichtungen	19
7.12 Wasserstoffkontakt	19
8 Werkstoff	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Dichtungen	19
8.3 Rohre	20
9 Herstellung	20
9.1 Mäntel	20
9.2 Zugtrennbleche	20
9.3 Anschlüsse	20
9.4 Rohre	20
9.5 Schweißen	20
9.6 Wärmebehandlung	21
9.7 Maßtoleranzen	22
9.8 Dichtungspassflächen mit Ausnahme von Stutzenflansflächen	22
9.9 Rohrbohrungsnuten	23
9.10 Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden	23
9.11 Montage	24
10 Abnahme und Prüfung	24
10.1 Qualitätssicherung	24
10.2 Qualitätskontrolle	25
10.3 Druckprüfung	26
10.4 Typenschilder und Einstanzungen	27
11 Versandvorbereitung	27
11.1 Schutz	27
11.2 Kennzeichnung	28

	Seite
12 Zusätzliche Anforderungen	28
12.1 Allgemeines	28
12.2 Konstruktion	28
12.3 Prüfung	28
Anhang A (informativ) Spezifikationsformular	30
Anhang B (informativ) Röhrenkesselwärmetauscher — Checkliste	41
Anhang C (informativ) Pflichtenspezifikationsformular	43
Anhang D (informativ) Empfehlungen	44
Literaturhinweise	47

Vorwort

Der Text von ISO 16812:2002 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural industries“ der International Organization for Standardization (ISO) erstellt und wurde als prEN ISO 16812:2003 vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“, dessen Sekretariat vom AFNOR geführt wird, übernommen.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 16812:2002 wurde von CEN als prEN ISO 16812:2003 ohne irgendeine Änderung übernommen.

Einführung

Die vorliegende internationale Norm basiert auf API Standard 660, 6. Ausgabe, Februar 2001.

Der Anwender der vorliegenden Internationalen Norm sollte sich im Klaren sein, dass für individuelle Anwendungen zusätzliche oder andere Anforderungen erforderlich sein können. Durch diese internationale Norm soll ein Verkäufer bzw. Käufer nicht daran gehindert werden, für den speziellen Anwendungsfall andere Einrichtungen oder technische Lösungen anzubieten bzw. zu akzeptieren. Dies kann insbesondere bei neuen oder sich entwickelnden Techniken gelten. Wenn eine Alternative angeboten wird, muss der Verkäufer Abweichungen von der vorliegenden internationalen Norm angeben und hierzu nähere Informationen liefern.

In internationalen Normen wird das SI-Einheitensystem verwendet. Gegebenenfalls sind zur Information in der vorliegenden internationalen Norm US-amerikanische Einheiten in Klammern angegeben.

Ein Punkt (●) am Beginn eines Abschnitts zeigt an, dass entweder eine Entscheidung bzw. weitere Informationen des Käufers erforderlich sind. Diese Informationen müssen auf Datenblättern oder in der Anfrage bzw. Bestellung angegeben werden (siehe Beispiele in Anhang A). Die Entscheidungen müssen in einer Checkliste aufgeführt werden (siehe Beispiel in Anhang B). Anhang C enthält ein Beispiel für eine Checkliste, die zur Angabe der Pflichten der einzelnen Parteien verwendet werden kann.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm nennt Anforderungen und Empfehlungen für mechanische Auslegung, Materialwahl, Herstellung, Abnahme, Prüfung und Versandvorbereitung bei Röhrenkesselwärmetauschern für die Erdöl- und Erdgasindustrie.

Diese Internationale Norm ist auf folgende Typen von Röhrenkesselwärmetauschern anwendbar: Heizgeräte, Kondensatoren, Kühlgeräte und Regeneratoren.

Diese Internationale Norm ist nicht anwendbar auf Vakuumdampfflächenkondensatoren und Speisewasserheizgeräte.

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 Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ASME B 16.5¹⁾, *Pipe flanges and flanged fittings: NPS ½ through NPS 24.*

ASME B 16.11, *Forged steel fittings, socket-welding and threaded.*

ASME B 1.20.1, *Pipe threads, general purpose (inch).*

NACE MR0175²⁾, *Sulfide stress cracking resistant metallic materials for oilfield equipment.*

TEMA³⁾, Eighth edition, *Standards of the Tubular Exchanger Manufacturers Association.*

3 Begriffe

Für diese Internationale Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1
Wärmetauscheranlage
ein oder mehrere Wärmetauscher für einen bestimmten Zweck, u. U. für wechselnde Betriebsbedingungen

3.2
Artikelnummer
Identifikationsnummer des Käufers für eine Wärmetauscheranlage

1) ASME International, 3 Park Avenue, New York, NY 10016-5990, USA.

2) NACE International, P.O. Box 218340, Houston, TX 77218-8340, USA.

3) Tubular Exchanger Manufacturers Association, 25 North Broadway, Tarrytown, NY 10591, USA.

3.3

effektive Fläche

Außenfläche der Rohre, die zur Wärmeübertragung beiträgt

3.4

Dichtleiste

Auskragung auf der Flanschdichtungsfläche in der Mitte der Dichtung zur Aufnahme der Schraubenlast auf der Dichtung

3.5

Druckauslegungs-Regelwerk

anerkannte Druckbehälternorm, die vom Käufer festgelegt oder mit diesem vereinbart wird

BEISPIEL ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII.

3.6

dichtgeschweißt

geschweißt zur Optimierung der Dichtheit von Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden

3.7

festgeschweißt

so geschweißt, dass die Auslegungsfestigkeit größer oder gleich der maximal zulässigen Axialrohrfestigkeit von Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden ist

3.8

Schweißnaht gemäß Kategorie A

Längsschweißnaht im Hauptmantel, kommunizierenden Kammern, Stutzen oder Durchmesserübergängen, Schweißnähte in einer Kugel oder in einem Form- oder Flachkopf oder Umfangsschweißnähte zur Verbindung von halbkugelförmigen Köpfen mit Hauptmänteln, Durchmesserübergängen oder kommunizierenden Kammern

3.9

Schweißnaht gemäß Kategorie B

Rundschweißnaht in Hauptmantel, kommunizierenden Kammern, Stutzen oder Durchmesserübergängen, einschließlich Nähte zwischen Übergängen und einem Zylinder am breiten oder schmalen Ende, oder Rundschweißnaht zur Verbindung von nichthalbkugelig geformten Böden und Hauptmänteln, Durchmesserübergängen, Stutzen oder kommunizierenden Kammern

3.10

kommunizierende Kammer

Wärmetauscherzubehör, das Mantel oder Köpfe des Wärmetauschers schneidet und ein integraler Bestandteil des Druckbehälters ist

BEISPIEL Wanne

3.11

durchgehende Schweißnaht

Stoßnaht durch doppeltes Schweißen oder andere Verfahren mit gleicher Qualität des Schweißmetallauftrags auf Innen- und Außenseite entsprechend den Anforderungen des Regelwerkes für die Druckauslegung

4 Allgemeines

- **4.1** Das Druckauslegungs-Regelwerk muss vom Käufer festgelegt oder mit diesem vereinbart werden. Druckkomponenten müssen dem Druckauslegungs-Regelwerk und zusätzlich den Anforderungen in der vorliegenden internationalen Norm entsprechen.
- 4.2** Die Wärmetauscherkonstruktion muss den TEMA-Normen, Klasse R, entsprechen, es sei denn eine andere TEMA-Klasse wurde festgelegt.
- **4.3** Der Verkäufer muss die örtlich geltenden Richtlinien erfüllen, die der Käufer festlegt.
- 4.4** Falls dies der Käufer festlegt oder es die örtlich geltenden Richtlinien verlangen, muss der Verkäufer jeden Wärmetauscher bei der entsprechenden Kessel- und Druckbehälterprüfbehörde registrieren lassen.
- 4.5** Anhang D enthält einige Empfehlungen zu mechanischen und konstruktiven Details.

5 Angebote

5.1 Pflichten des Käufers

Die Anfrage des Käufers muss Spezifikationsformulare, ggf. eine Checkliste und sonstige relevante Informationen gemäß der vorliegenden internationalen Norm enthalten (beispielsweise in den Formaten nach Anhang A, Anhang B und Anhang C). Es müssen alle erforderlichen Daten für die Auslegung einer Wärmetauscheranlage bereitgestellt werden.

5.2 Pflichten des Verkäufers

5.2.1 Das Angebot des Verkäufers muss für jede Wärmetauscheranlage vollständig ausgefüllte Spezifikationsformulare wie in Anhang A oder, falls die Anfrage ein Spezifikationsformular beinhaltet, eine Erklärung enthalten, dass das Spezifikationsformular vollständig erfüllt wird.

5.2.2 Konstruktionen, die von der Nomenklatur der TEMA-Normen, Abschnitt 1, nicht vollständig erfasst werden, müssen durch Skizzen ergänzt werden, welche die Einzelheiten der Konstruktion ausreichend beschreiben.

5.2.3 Wenn Verteilerriemen verwendet werden, muss der Verkäufer den angebotenen Konstruktionstyp definieren.

5.2.4 Der Verkäufer muss die Notwendigkeit von Dehnfugen festlegen und diese gegebenenfalls auf Grundlage aller vom Käufer genannten Bedingungen berücksichtigen. Der Käufer muss den vorgeschlagenen Konstruktionstyp angeben.

5.2.5 Das Angebot muss eine detaillierte Beschreibung aller Abweichungen von den Anforderungen in der Anfrage des Käufers enthalten.

5.2.6 Wenn nichts anderes vereinbart wurde, muss der Verkäufer die vollständige Wärmetauscheranlage mit folgenden Komponenten liefern:

- a) Schrauben, Muttern und Dichtungen für die Anschlussstutzen bei direkt geflanschten Stapelwärmetauschern
- b) Distanzen und Verschraubungen zur Verbindung der Träger von Wärmetauschern.

5.2.7 Wenn nichts anderes vereinbart wurde, muss der Verkäufer ein separates Angebot für folgende Komponenten erstellen:

- a) eine Testkomponente mit Testring und -brille gemäß TEMA-Norm, Bild E-4.13-2, oder einer entsprechenden Norm, pro Wärmetauscher oder Gruppe von ähnlichen Wärmetauschern mit Schwimmköpfen
- b) eine zusätzliche Garnitur von Dichtungen pro Wärmetauscheranlage.

6 Zeichnungen und sonstige erforderliche Daten

6.1 Umrisszeichnungen

6.1.1 Der Verkäufer muss dem Käufer Umrisszeichnungen für jede Wärmetauscheranlage zur Prüfung vorlegen. Die Zeichnungen müssen folgende Informationen enthalten:

- a) Medium, Teilenummer, Projektname und Ort, Bestellnummer des Käufers, Werkstattauftragsnummer des Verkäufers und sonstige zusätzliche Identifikationsnummern
- b) Auslegungsdruck, Prüfdruck, Auslegungstemperatur, Mindestauslegungsmetalltemperatur und etwaige Einschränkungen für Prüfung oder Betrieb des Wärmetauschers
- c) maximal zulässiger Betriebsdruck im korrodiertem Zustand und bei Auslegungstemperatur im Mantel- und Rohrraum
- d) Anschlussgrößen, -position, -richtung, -auskragung, -fließrichtung und, bei Flanschanschlüssen, -nenndaten und -auflage
- e) Kupplungsgrößen, -nenndaten und -richtung
- f) Abmessungen, Richtung und Position von Auflagen, einschließlich Schraubenbohrungen und Nuten, und Stapelanordnung
- g) Gesamtabmessungen des Wärmetauschers
- h) Raum zum Ausbauen des Rohrbündels
- i) Gewicht des Wärmetauschers, leer und mit Wasser gefüllt, und des Rohrbündels
- j) spezifizierter Korrosionszuschlag auf beiden Seiten des Wärmetauschers
- k) Verweise auf die geltende Richtlinie und die Spezifikation des Käufers
- l) Anforderungen an Wärmebehandlung nach dem Schweißen
- m) Anforderungen an Röntgenuntersuchung
- n) Anforderungen an Materialprüfung
- o) Anforderungen an Oberflächenvorbereitung und -lackierung
- p) Dichtungsmaterialien
- q) Isolierungsstärke
- r) Position von Dehnfugen, Dampfverteiltern und sonstigen speziellen Komponenten oder Verschlüssen

- s) Position und Richtung von Typenschildern, Hublaschen, Erdungslitzen oder anderen Anbauteilen
- t) Position des Schwerpunkts des Wärmetauschers
- u) Kräfte und Momente in Verbindungen gemäß der Spezifikation des Käufers.

6.2 Erforderliche Informationen nach Prüfung der Zeichnungen

6.2.1 Dichtungsdetails einschließlich Typ und Material müssen auf einer separaten Zeichnung dargestellt werden. Diese Zeichnung darf keine Nutzungsbeschränkungen aufweisen.

- **6.2.2** Qualifizierte Schweißverfahrenspezifikationen und Verfahrensbefähigungsnachweise entsprechend dem Druckauslegungs-Regelwerk müssen zur Prüfung vorgelegt werden, falls dies der Käufer verlangt.

6.2.3 Bei Erhalt der Prüfanmerkungen des Käufers auf den Umrisszeichnungen muss der Verkäufer Kopien aller Detailzeichnungen vorlegen.

Die Detailzeichnungen müssen den Wärmetauscher umfassend beschreiben und mindestens folgende Informationen enthalten:

- a) Vollansicht und Querschnittsansicht mit allen Maßen und Materialien in ausreichendem Maße, um Belastungsberechnungen der einzelnen Teile vornehmen zu können.
- b) Bündeldetails, einschließlich folgender Angaben:
 - Rohranordnung;
 - Rohrbeschreibung und Nummer in den einzelnen Zügen;
 - Anzahl der Umlenkplatten, Umlenksegmentquerschnitt, Anordnung und Ausrichtung in einer Ansicht, welche die Schnitte darstellt;
 - Details und Positionen aller Dicht- und Gleitstreifen;
 - Details und Positionen von Zugstangen und Distanzstücken;
 - Details und Positionen von Stützplatten;
 - Details von Rohrboden und Rohrbohrungen einschließlich Verkleidung oder Schweißauftrag;
 - Dichtungszeichnungen;
 - Details von Zugtrennblechen.
- c) Details der einzelnen druckbelasteten Schweißnähte einschließlich Schweißmaterial, Schweißnennstärke, Schweißposition und etwaige zerstörungsfreie Untersuchungsverfahren.
- d) Details der einzelnen Schweißnähte und der Schweißnennstärken bei nicht druckbelasteten Anbauten.
- e) vollständige Stückliste einschließlich Materialangaben.
- f) Dehnfugendetails.
- g) Details von Verkleidung und Schweißauftrag.
- h) Schweißplan für jeden Wärmetauscher mit Schweißnähten und Schweißverfahrensnummer(n).
- i) Details der Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden mit Verfahren für Montage, Schweißen, Dehnung, Inspektion und Prüfung.
- j) Flanschflächenbearbeitung.

6.2.4 Der Verkäufer muss dem Käufer folgende Dokumente zur Prüfung vorlegen (es sei denn es wurde etwas anderes vereinbart):

- a) mechanische Auslegungsberechnungen für alle druckbelasteten Teile des Wärmetauschers Wenn die Berechnungen auf einem Computer durchgeführt werden, müssen alle Ausgangs- und Ergebnisdaten mitgeteilt werden, um die Berechnungsverfahren besser bewerten zu können. Ebenso muss auf die Formeln in den jeweiligen Abschnitten der Druckberechnungsvorschrift und der TEMA-Normen Bezug genommen werden.
 - b) Auslegungsberechnungen auf der Grundlage von seismischen Lasten, Transport- und/oder Verrohrungslasten, wenn diese Lasten der Käufer zur Verfügung stellt.
 - c) Verfahrensvorschläge für die Montage von Flanschverbindungen, wenn kontrollierte Verfahren zum Anziehen der Schrauben (beispielsweise Hydraulikdrehmomentschlüssel) verwendet werden. Erforderliche Schmiermittel müssen angegeben werden.
- **6.2.5** Der Verkäufer muss ebenfalls Auslegungsberechnungen für Auflagen oder Hub- und Zugvorrichtungen und Details der Schwingungsanalyse vorlegen, falls dies der Käufer verlangt.

6.2.6 Nach der endgültigen Prüfung ändert der Verkäufer alle erforderlichen Zeichnungen und Schweißverfahren und legt diese mit folgendem Text auf jedem einzelnen Blatt separat und datiert vor: „FÜR FERTIGUNG FREIGEgeben“.

6.3 Protokolle und Aufzeichnungen

- Nach Fertigstellung des Wärmetauschers muss der Verkäufer dem Käufer die festgelegte Anzahl von Exemplaren folgender Dokumente vorlegen:
 - a) Ausführungsspezifikationsformulare
 - b) Alle Umriss- und Detailzeichnungen mit dem Vermerk „FÜR AUSFÜHRUNG FREIGEgeben“
 - c) geprüfte Aufzeichnungen aller durchgeführter Schlagversuche
 - d) bestätigte Werkstestprotokolle für alle Druckteile einschließlich Rohre (jedes Materialtestprotokoll muss durch eine Teilenummer gekennzeichnet werden)
 - e) vollständige geprüfte Stückliste, die verwendet werden kann, um alle Ersatzteile zu bestellen, einschließlich Anzahl, Beschreibung, Materialspezifikation und Identifikation aller Teile
 - f) Temperatortabellen aller Wärmebehandlungen nach dem Schweißen
 - g) ein vollständiges Herstellerdatenprotokoll entsprechend dem Druckauslegungs-Regelwerk
 - h) Typenschildabriebe oder ein Faksimile
 - i) alle mechanischen Auslegungsberechnungen mit dem Vermerk „FÜR AUSFÜHRUNG FREIGEgeben“
 - j) ein Plan der zerstörungsfreien Prüfungen oder Verfahren für jeden Wärmetauscher mit Darstellung der Anforderungen an Röntgen-, Magnetpulver-, Flüssigkeitseindring-, Ultraschall-, Härte-, Stoßprüfungen und sonstige etwaige Prüfanforderungen
 - k) Dichtheitsprüfungsergebnis für Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden
 - l) hydrostatische Prüfprotokolle in Form einer Tabelle oder einer Bescheinigung.

7 Auslegung

7.1 Auslegungstemperatur

- **7.1.1** Alle Wärmetauscher müssen zwei Auslegungstemperaturen pro Seite aufweisen, eine Höchstauslegungstemperatur und eine Mindestauslegungstemperatur des Metalls, entsprechend der Spezifikation des Käufers (z. B. im Formular in Anhang A).
- 7.1.2** Bei Außenverschraubungen und Teilen, die mit mantelseitigen und rohrseitigen Flüssigkeiten in Kontakt kommen, muss die Auslegungstemperatur die mantelseitige oder rohrseitige Auslegungstemperatur sein, je nachdem welche Anforderungen strenger sind.
- **7.1.3** Die Ausgangsdaten für die Auslegung einer Dehnfuge müssen vom Käufer zur Verfügung gestellt werden (z. B. im Formular in Anhang A).

7.2 Verkleidung für Korrosionszuschlag

- 7.2.1** Bei Verkleidung (einschließlich Schweißauftrag) muss die gesamte Stärke der Verkleidung als Korrosionszuschlag verwendet werden, es sei denn der Käufer stellt eine andere Forderung.
- 7.2.2** Die verklebte Verkleidung muss mindestens 2,5 mm (0,1 in) stark sein. Schweißaufträge müssen ausreichend stark sein, um die spezifizierte chemische Zusammensetzung bis zu einer Tiefe von mindestens 1,6 mm (1/16 in) sicherzustellen.

7.3 Mantelauflagen

- 7.3.1** Die befestigte Mantelaufgabe von Wärmetauschern mit demontierbaren Bündeln muss so ausgelegt sein, dass es eine Längskraft von 150 % des Bündelgewichts in der Mittellinie des Wärmetauscherbündels aushält. Die Scherkraft darf bei Auflagen 40 % der Dehngrenze des Materials nicht überschreiten.
- 7.3.2** Horizontale Wärmetauscher müssen zwei oder mehr Sättel aufweisen, die auf die Aufnahme der Wärmetauscheranlagen unter den spezifizierten Bedingungen ausgelegt sind. Die Sättel müssen folgendermaßen konstruiert sein:
 - a) die Sättel müssen auf Sattel-Lagerplatten montiert werden;
 - b) die Lagerfläche der Sättel muss mindestens ein Drittel des Mantelumfangs betragen;
 - c) die Sattel-Lagerplatten weisen die gleiche chemische Nennzusammensetzung auf wie der Mantel und sind mit einer durchlaufenden Naht direkt an die Wärmetauschermäntel geschweißt;
 - d) die Sattel-Lagerplatten weisen Entlüftungsbohrungen mit einem Durchmesser von 6 mm (1/4 in) in der vertikalen Mittellinie auf;
 - e) die Sattel-Lagerplatten sind mindestens 6 mm (1/4 in) dick und weisen runde Ecken mit einem Radius von mindestens 25 mm (1 in) auf.
- 7.3.3** Die unteren Auflagen von Stapelwärmetauschern mit demontierbarem Bündel müssen so ausgelegt sein, dass sie die Auflast tragen können, ohne dass Verformungen auftreten, welche zu einem Klemmen der Rohrbündel führen können.
- 7.3.4** Die Auslegung durch den Verkäufer muss eine Distanztoleranz von etwa 6 mm (1/4 in) zwischen den Flächen der Zwischenaufleger der Stapelwärmetauscher aufweisen.

7.3.5 Bei horizontalen Wärmetauschern müssen Langlöcher in der Sockelplatte aller Sättel bis auf einen angebracht werden, damit bei Wärmedehnung oder -schrumpfung eine Längsbewegung möglich ist. Die Breite des Langlochs muss dem Ankerschraubendurchmesser plus 8 mm (5/16 in) entsprechen. Die Länge des Langlochs muss dem Ankerschraubendurchmesser plus einem Spiel für Längsbewegung plus 8 mm (5/16 in) entsprechen.

7.4 Fest montierter Kopf

7.4.1 Wenn eine Haube (siehe TEMA-Normen, Bild N-1.2, Typ B, fest montierter Kopf) vorhanden ist, muss die Konstruktion des Wärmetauschers eine voll hydrostatische Prüfung im Mantelraum mit entfernter Haube ermöglichen.

7.4.2 Konstruktive Aussteifungen zur Aufnahme des Drucks sind nicht zulässig.

7.4.3 Der zur Berechnung der Zugtrennbledicke gemäß den TEMA-Normen, RCB-9.132, verwendete Druck muss doppelt so groß sein wie der sauber berechnete Druckabfall am Zugtrennblech.

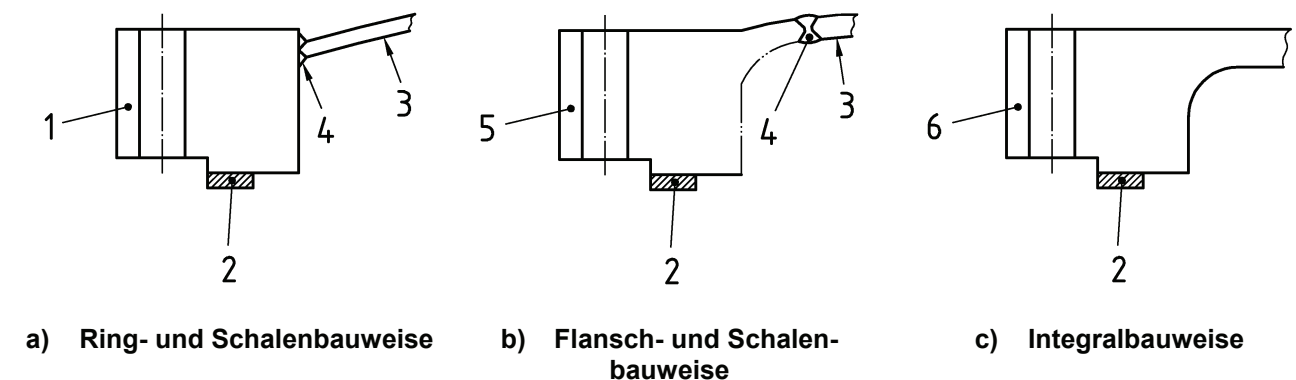
7.5 Schwimmkopf

7.5.1 Die Deckelverschraubung für einen Schwimmkopf muss den TEMA-Normen, Abschnitt 5, Paragraph RCB-11 entsprechen. Schraubenabstände und -spiele dürfen auf keinen Fall die Mindestempfehlungen der TEMA-Normen unterschreiten.

7.5.2 Die Deckelverschraubung für einen Schwimmkopf muss leicht erreichbar sein und ausreichend Platz für Schraubenschlüssel zwischen den Schrauben des Schwimmkopfes und dem Mantelflansch am Deckelende beim Entfernen des Manteldeckels lassen.

7.5.3 Stopfbuchsenendrohrschwimmkopf- und Stopfbuchsenrohrschwimmrohrboden-Konstruktionen, beispielsweise TEMA Typ P und W, sind nicht zulässig.

7.5.4 Wenn nichts anderes zwischen Käufer und Verkäufer vereinbart wurde, müssen die Schwimmköpfe für Auslegungsdruck auf einer Seite und Luftdruck bzw. festgelegtem Vakuum auf der anderen Seite ausgelegt sein. Beispiele für zulässige Schwimmkopfkonstruktionen sind in Bild 1 dargestellt.



Legende

- 1 Ring
- 2 Dichtung
- 3 Schale
- 4 Durchgehende Schweißnaht
- 5 Flansch
- 6 Integralmaschinendeckel

Bild 1 — Typische Konstruktionen für Schwimmkopfdeckel

7.5.5 Innenliegende Schwimmkopfdeckel müssen den spezifizierten Korrosionszuschlag für alle mediumberührte Oberflächen mit Ausnahme von Dichtungssitzflächen aufweisen. Der spezifizierte Korrosionszuschlag muss an der Rückseite der Schwimmkopfstützvorrichtung angegeben sein.

7.6 Rohrbündel

7.6.1 Rohre

7.6.1.1 Der Mindestaußendurchmesser der Rohre beträgt 19,05 mm (3/4 in), es sei denn der Käufer hat ein anderes Maß spezifiziert.

7.6.1.2 Die Rohrwanddicke muss den Angaben in Tabelle 1 entsprechen oder größer sein, wenn es die Konstruktion erfordert, es sei denn der Käufer hat ein anderes Maß spezifiziert.

Tabelle 1 — Rohrwandstärken

Maße in Millimeter (in)

Rohrmaterial	Wandstärke
Unlegierter Stahl, niedriglegierter Stahl, Aluminium und Aluminiumlegierung	min. 2,11 (0,083)
Kupfer und Kupferlegierungen	min. 1,65 (0,065)
Hochlegierter Stahl und sonstige Nichteisenmetalle	durchschnittlich 1,65 (0,065)
Titan	durchschnittlich 1,24 (0,049)

7.6.1.3 Der mittlere Radius von U-Bögen darf nicht kleiner sein als 1,5 Mal der Nennaußendurchmesser des Rohrs.

7.6.1.4 Bei Niedrigrippenrohren muss die Dicke am Fußkreisdurchmesser den Angaben nach 7.6.1.2 entsprechen.

7.6.2 Rohrböden

7.6.2.1 Bei einem vertikalen Wärmetauscher, bei dem der fest montierte Rohrboden unten ist, muss eine geeignete Vorrichtung das Bündel arretieren. Wenn Bundschrauben oder Gewindebohrungen verwendet werden, müssen mindestens vier davon vorhanden und die Position markiert sein.

7.6.2.2 Der Abstand zwischen der Kante der Rohrbohrungen und der Kante aller Dichtungsnuten muss mindestens 1,6 mm (1/16 in) bei Rohrböden mit erweiterten Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden und mindestens 3 mm (1/8 in) bei Rohrböden mit dichtgeschweißten oder festgeschweißten Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden betragen.

7.6.2.3 Wenn nichts anderes zwischen Käufer und Verkäufer vereinbart wurde, müssen die Rohrböden für Auslegungsdruck auf einer Seite und Luftdruck bzw. festgelegtem Vakuum auf der anderen Seite ausgelegt sein.

7.6.2.4 Wenn sich der Rohrboden über den vollen Durchmesser zum Verschrauben mit einem anschließenden Flansch erstreckt, muss der überstehende Teil des Rohrbodens für das anliegende Schraubendrehmoment ausgelegt sein. Dichtungssitzschraubenlast und Verschraubungslast müssen dem Druckauslegungs-Regelwerk entsprechen.

7.6.3 Umlenksegmente und Stützplatten

7.6.3.1 Die Dicke von ferritischen Umlenksegmenten und Stützplatten muss mindestens zwei Mal der spezifizierte mantelseitige Korrosionszuschlag sein.

7.6.3.2 Umlenksegmente und Stützplatten müssen 10 mm (3/8 in) hohe Kerben zur besseren Entwässerung aufweisen.

7.6.4 Prallstrahlverschleißschutz

7.6.4.1 Wenn dies von den TEMA-Normen (RCB-4.61) gefordert ist, müssen Blechwände oder Stangen am Rohrbündel, Verteilerriemen oder andere Vorrichtungen gemäß der Vereinbarung zwischen Käufer und Verkäufer als Prallstrahlverschleißschutz vorgesehen werden.

7.6.4.2 Wenn eine Prallblechplatte verwendet wird, muss sie mindestens 25 mm (1 in) über die Auskragung der Stutzenbohrung hinausragen.

7.6.4.3 Wenn ein Prallblech verwendet wird, müssen Manteleintritts- und Bündeleintrittsbereiche (gemäß der Definition in den TEMA-Normen) mindestens so groß sein wie der Strömungsquerschnitt des Eintrittsstutzens.

7.6.4.4 Die Nenndicke der Prallblechplatte muss mindestens 6 mm (1/4 in) betragen.

7.6.4.5 Das Prallblech muss ausreichend befestigt sein, beispielsweise durch Schweißen von mindestens zwei Distanzstücken, um mechanische Schäden durch Schwingungen zu vermeiden.

7.6.4.6 Gelochte Prallbleche sind nicht zulässig.

7.6.5 Bypass-Dichtvorrichtungen

7.6.5.1 Bypass-Dichtvorrichtungen (wie Dichtleisten, Blindrohre oder Zugstangen) nach Bild 2 werden für nichtisothermische Zwecke verwendet, wenn die Bypass-Abstände 16 mm (5/8 in) überschreiten. Sie werden folgendermaßen positioniert:

- a) wenn der Abstand zwischen den Trennwandschnittkanten maximal sechs Rohrteilungen beträgt, muss ein Dichtring etwa in der Mitte zwischen den Trennwandschnitten montiert sein;
- b) wenn der Abstand zwischen Trennwandschnittkanten größer als sechs Rohrteilungen ist, müssen mehrere Dichtringe montiert werden. Alle fünf bis sieben Rohrteilungen zwischen den Trennwandschnitten muss ein Dichtring montiert werden. Die äußersten Dichtringe sind maximal 75 mm (3 in) von den einzelnen Trennwandschnittkanten entfernt.

7.6.5.2 Außenliegende Bypass-Dichtringe müssen von der Außenkante des Umlenksegments in das Rohrbündel hineinreichen, so dass der Abstand zum nächsten Rohr nicht den Nennabstand zwischen den Rohren überschreitet.

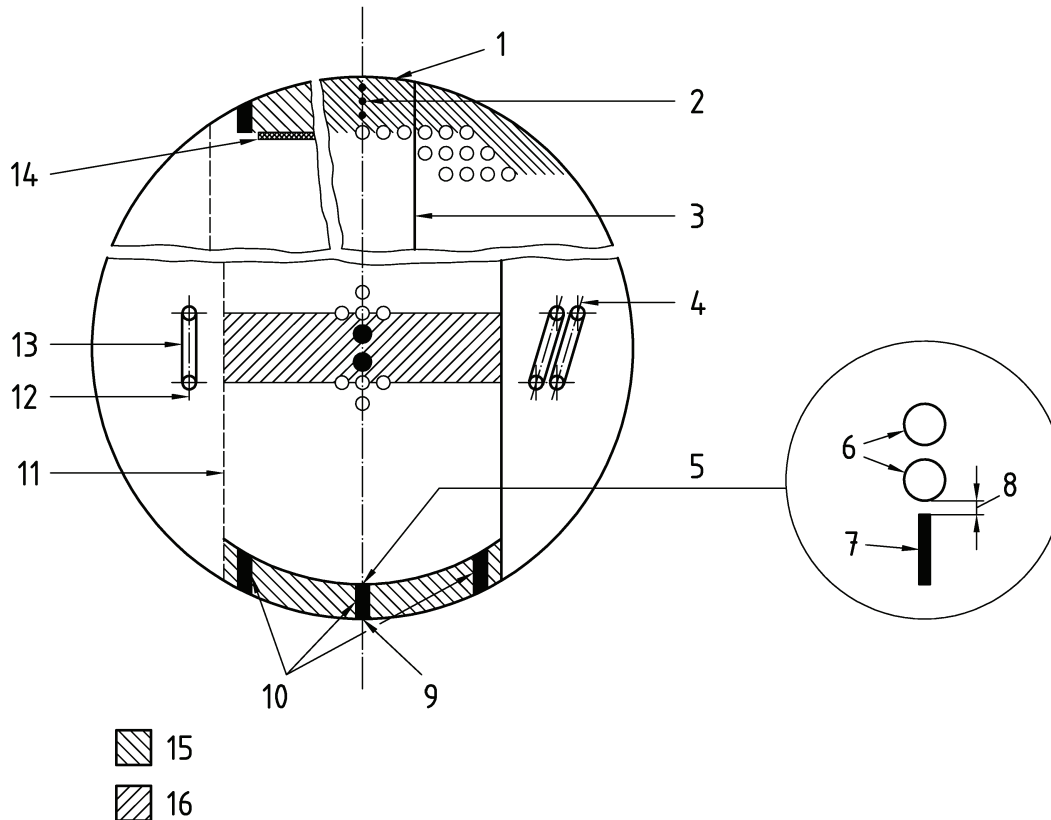
7.6.5.3 Innenliegende Bypass-Dichtringe müssen so montiert werden, dass der Abstand zum nächsten Rohr nicht den Nennabstand zwischen den Rohren überschreitet.

7.6.5.4 Bypass-Dichtvorrichtungen müssen so montiert werden, dass sie mechanische Reinigungswege minimal behindern oder leicht demontierbar sind. Für Winkel von 90° und 45° müssen durchgehende Reinigungswege vorhanden sein, es sei denn es wurde etwas anderes vereinbart.

7.6.5.5 Die Nenndicke der Dichtstreifen muss der Nenndicke der Umlenksegmente entsprechen oder 6 mm (1/4 in) betragen, je nachdem welcher Wert niedriger ist.

7.6.5.6 Bypass-Dichtstreifen müssen mit durchgehenden Schweißnähten an einer Seite der Umlenksegmente befestigt werden.

7.6.5.7 Außenliegende Bypass-Dichtstreifen dürfen Zu-/Ablauf des Bündels nicht behindern.



Legende

- | | |
|--|---|
| 1 Außenkante der Trennwand | 9 Ein Dichtring in Mittellinie |
| 2 Zugstangen, Blindrohre oder Flachstahl | 10 Mehrere Dichtringe, gleichmäßig verteilt |
| 3 Kante von Trennwandschnitt | 11 Kante von Trennwandschnitt |
| 4 Ebene von U-Rohrbogen | 12 Ebene von U-Rohrbogen |
| 5 Detail von Dichtringen und Rohrabstand | 13 U-Rohrbogen |
| 6 Rohre | 14 Prallblech |
| 7 Dichtring | 15 Außenliegender Bündel-Bypass-Weg |
| 8 Abstand: maximal Nennrohrabstand | 16 Innenliegender Bündel-Bypass-Weg |

Bild 2 — Typische Querschnitt von Rohrbündeln mit Positionen von Bypass-Dichtvorrichtungen

7.6.6 Bündelgleitschienen

7.6.6.1 Bei allen demontierbaren Bündeln mit einem Gewicht von über 5.450 kg (12.000 Pfund) muss eine durchgehende Gleitfläche vorhanden sein, um die Bündeldemontage zu vereinfachen. Bei Verwendung von Gleitschienen müssen diese an die Umlenksegmente und Stützplatten geschweißt sein, um eine durchgehende Gleitfläche zu bilden.

7.6.6.2 Gleitschienen müssen 0,8 mm (1/32 in) über den Außendurchmesser von Umlenksegmenten und Stützplatten hinausragen.

7.6.6.3 Vorder- und Rückkanten von Gleitschienen und Dichtstreifen müssen einen Radius bzw. eine Fase aufweisen, um eine Beschädigung des Mantels beim Ein- oder Ausbau des Bündels zu vermeiden.

7.6.7 Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden

Die Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden muss aufgeweitet sein, es sei denn der Käufer hat ein anderes Verfahren spezifiziert. Wenn Schweißnähte spezifiziert wurden, muss die Verbindung mit einem der folgenden Verfahren geschweißt werden:

- a) nur festgeschweißt
- b) festgeschweißt und aufgeweitet
- c) dichtgeschweißt und aufgeweitet

7.7 Stutzen und sonstige Anschlüsse

7.7.1 DN-40-Anschlüsse (NPS 1,5) und größer müssen angeflanscht werden.

7.7.2 Wenn Schweißverbindungen spezifiziert sind, müssen diese angefast sein.

7.7.3 Nicht angeflanschte Anschlüsse kleiner als DN 40 (NPS 1,5) müssen Schmiedekupplungen mit technischen Daten gemäß ASME B 16.11 Klasse 6000 oder integral verstärkte Schweißrohrverschraubungen mit Kegelgewinden gemäß ASME B 1.20.1 sein und das Druckauslegungs-Regelwerk erfüllen. Gewindeanschlüsse dürfen nicht verwendet werden, wenn Wasserstoff mit einem Partialdruck über 690 kPa (6,9 bar) (100 psi) absolut vorhanden ist.

7.7.4 Flanschanschlüsse sind in folgenden Ausführungen zulässig:

- a) geschmiedeter oder schleudergegossener, langer Vorschweißflansch (Integralflansch)
- b) Rohr auf geschmiedeten oder schleudergegossenen Vorschweißflansch geschweißt
- c) Rohr auf geschmiedeten Steckflansch geschweißt

7.7.5 Steckflansche dürfen nicht bei folgenden Bedingungen verwendet werden:

- a) wenn der Druck 2.070 kPa (20,7 bar) (300 psi) Pegel überschreitet
- b) wenn die Auslegungstemperatur 400 °C (750 °C) überschreitet
- c) wenn der Korrosionszuschlag 3 mm (1/8 in) überschreitet
- d) wenn Wasserstoff mit einem Partialdruck über 690 kPa (6,9 bar) (100 psi) absolut vorhanden ist
- e) bei Zyklusbetrieb, wenn das Druckauslegungs-Regelwerk eine Ermüdungsanalyse erfordert

7.7.6 Flansche müssen das Druckauslegungs-Regelwerk oder andere Normen, die vom Käufer genannt werden, erfüllen.

- **7.7.7** Die Auskrugung von Flanschanschlüssen muss ein Entfernen von durchgehenden Verschraubungen von einer Seite des Flanschs ohne Entfernen der Isolierung ermöglichen. Die Isolierungsdicke wird vom Käufer spezifiziert.

7.7.8 Integral verstärkte Stutzen müssen so ausgelegt sein, dass Standardschraubenschlüssel auf die Muttern passen, ohne dass die Stutzenhalsverstärkung stört.

- **7.7.9** Wenn Anschlüsse zur chemischen Reinigung vom Käufer verlangt werden, muss die Nenngröße mindestens DN 50 (NPS 2) entsprechen.

- **7.7.10** Die Anschlüsse müssen so ausgelegt sein, dass sie die vom Käufer spezifizierten Lasten und Momente aushalten.

7.8 Flanschverbindungen mit Außenumfang

7.8.1 Kanal- und Mantelverbindungen mit Außenumfang müssen durchgehend verschraubt sein.

7.8.2 Für Außenumfangverbindungen müssen geschmiedete Vorschweißflansche verwendet werden, es sei denn der Käufer spezifiziert andere Flansche.

7.8.3 Dichtleisten dürfen nur bei ausdrücklicher Freigabe des Käufers verwendet werden. Diese müssen am Rücksprungsflansch (Nutflansch) anliegen.

7.8.4 Der Nennabstand zwischen Flanschen nach der Montage muss mindestens 3 mm (1/8 in) betragen. Der Abstand zwischen den Flanschen muss im Schraubenkreis eingehalten werden, damit die Flansche auf radiale Verformung durch eine zu hohe Schraubenbelastung geprüft werden können.

7.8.5 Flansche müssen flachgesenkt oder rückwärtsangesenkt sein entsprechend ASME B 16.5 oder dem Druckauslegungs-Regelwerk.

7.8.6 Gehärtete Sicherungsscheiben müssen unter den Muttern bei allen Schrauben mit einem Durchmesser von mind. 38 mm (1 1/2 in) montiert werden. Die Sicherungsscheiben müssen mindestens 6 mm (1/4 in) dick sein.

- **7.8.7** Wenn die Schraubenanziehvorrichtungen vom Käufer spezifiziert sind, müssen die Stutzen oder Umfangflansche so ausgelegt sein, dass sie ausreichend Abstand für deren Verwendung lassen.

7.9 Dehnfugen

7.9.1 Der Verkäufer muss bündige Innenauskleidungen bei dünnwandigen, ziehharmonikaähnlichen Dehnfugen vorsehen, es sei denn der Käufer gibt eine andere Spezifikation an. Das Auskleidungsmaterial muss mit dem Grundmaterial verträglich sein. Auskleidungen aus unlegiertem Stahl müssen mindestens 6 mm (1/4 in) dick sein. Auskleidungen aus Edelstahl oder anderen Legierungen müssen mindestens 3 mm (1/8 in) dick sein. Bei vertikal montierten Faltenbalgen muss die Auskleidung am oberen Ende und offen am unteren Ende befestigt werden, um eine freie Entwässerung zu ermöglichen.

7.9.2 Außenschutzvorrichtungen müssen bei dünnwandigen, ziehharmonikaähnlichen Dehnfugen im Mantel angebracht werden.

7.9.3 Innenliegende Schwimmkopfdehnfugen müssen Abspannungen aufweisen, um Schäden bei Wartung und hydrostatischen Prüfungen bei entferntem Manteldeckel zu vermeiden. Die Abspannungen müssen so ausgelegt sein, dass sie die volle Bewegung der Dehnungsfaltenbalgen ermöglichen.

7.9.4 Ziehharmonikaähnliche Dehnfugen müssen für mindestens 1.000 Zyklen im Normalbetrieb ausgelegt sein.

7.10 Dichtungen

7.10.1 Dichtungen im Kontakt mit Kohlenwasserstoffverbindungen müssen fasergefüllte Doppelmanteldichtungen aus Metall, Dichtungen aus massivem Metall, Dichtungen aus gezahntem Metall mit weicher Dichtfläche oder fasergefüllte Federdichtungen aus Metall sein.

7.10.2 Es muss dafür gesorgt werden, dass kein Überdruck an Federdichtungen auftritt.

7.10.3 Die Dichtungen müssen einteilig sein, es sei denn der Käufer gibt eine andere Spezifikation.

7.11 Handhabungsvorrichtungen

7.11.1 Die Hebevorrichtung muss eine angeschweißte Lasche oder ein angeschweißter Ring mit einer Bohrung von einem Durchmesser von mindestens 38 mm (1 1/2 in) sein. Wenn möglich muss die Lasche oder der Ring auf dem Teil oberhalb des Schwerpunkts sein. Andernfalls müssen zwei entsprechend positionierte Laschen oder Ringe angebracht werden. Die Hebevorrichtung muss so ausgelegt sein, dass sie mindestens das Gewicht des Teils aufnehmen kann.

7.11.2 Bei gestapelten Wärmetauschern müssen zwei Hebelaschen oder -ringe an allen Deckeln auf der Oberseite etwa 45° zur vertikalen Mittellinie angebracht sein.

7.11.3 Zugösen oder Gewindebohrungen für die Montage von Augenschrauben müssen an der Außenfläche des fest montierten Rohrbodens angebracht sein, um die Demontage des Bündels aus dem Mantel zu erleichtern. Die Zugösen und Gewindebohrungen müssen für eine Zugkraft von mindestens 150 % des Bündelgewichts ausgelegt sein. Jede Gewindebohrung muss mit einem Schraubdeckel aus dem gleichen Material wie die Rohrbodenfläche ausgestattet sein. Der freiliegende Bereich des Deckels muss mindestens 50 mm (2 in) lang sein.

7.11.4 Alle vertikalen Wärmetauscher müssen mit Hebevorrichtungen für die gesamte Wärmetauscheranlage versehen sein. Die Hebevorrichtungen müssen oberhalb des Schwerpunkts der Wärmetauscheranlage angebracht sein.

7.12 Wasserstoffkontakt

- Wenn der Käufer spezifiziert, dass Rohrseite und/oder Mantelseite Wasserstoff mit einem Partialdruck über 690 kPa (6,9 bar) (100 psi) absolut ausgesetzt sind, müssen vollständig geschlossene Räume zwischen Schweißnähten vermieden oder mit einer Bohrung mit einem Durchmesser von 6 mm (1/4 in) zur Entlüftung versehen werden.

8 Werkstoff

8.1 Allgemeines

- **8.1.1** Der Käufer muss angeben, ob das Medium gemäß NACE MR0175 sauer ist (d. h. ob sulfidinduzierte Spannungsrissbildung auftreten kann). Alle Werkstoffe, die in Kontakt mit der Prozessflüssigkeit stehen, müssen dann die Anforderungen von NACE MR0175 erfüllen.

8.1.2 Gussteile dürfen nicht verwendet werden, es sein denn der Käufer genehmigt dies.

8.1.3 Der Werkstoff für Außenteile, die direkt an den Wärmetauscher geschweißt werden, wie etwa Puffer, Träger und Laschen, müssen die gleiche Nennzusammensetzung aufweisen wie der Werkstoff, an den Sie geschweißt werden.

- **8.1.4** Wenn der Verkäufer Aluminiumverkleidungen spezifiziert, müssen diese als Schweißauftrag, integral verkleidet oder explosionsgeschweißt ausgeführt werden. Lose Verkleidungen oder Hülsen dürfen nur mit Zustimmung des Käufers verwendet werden.

8.2 Dichtungen

8.2.1 Die Dichtungen dürfen kein Asbest enthalten.

8.2.2 Werkstoffe für Dichtungen mit Metallhülle, aus gezahntem Metall oder massivem Metall müssen eine Korrosionsfestigkeit haben, die mindestens der Korrosionsfestigkeit des Werkstoffs der Dichtungspassfläche entspricht.

8.2.3 Metallwindungen von Federdichtungen müssen aus austenitischem Edelstahl bestehen, es sei denn der Käufer hat einen anderen Werkstoff spezifiziert.

8.2.4 Dichtungen aus gezahntem oder massivem Metall, einschließlich Schweißnähte, müssen weicher sein als die Dichtungspassfläche.

8.2.5 Der Dichtungswerkstoff, einschließlich Füllmaterial, muss mindestens die maximale Auslegungstemperatur aushalten.

8.3 Rohre

8.3.1 Vollrippenrohre aus einer Kupferlegierung müssen im spannungsfrei geglühtem Temper-Zustand wie ASTM B 359M geliefert werden.

8.3.2 Alle geschweißten Rohre müssen im fertigen Zustand auf der ganzen Länge wirbelstromgeprüft werden.

9 Herstellung

9.1 Mäntel

9.1.1 Alle Längs- und Umfangsschweißnähte an Mänteln, mit Ausnahme von Kesselwärmetauscheranlagen, müssen mit der Innenkontur bündig gefertigt werden, damit das Rohrbündel leicht ein- und ausgebaut werden kann. Bei Kesselwärmetauscheranlagen gelten diese Anforderungen nicht für Schweißnähte im erweiterten Bereich, wenn sie sich nicht im unteren Viertel des Mantels befinden.

9.1.2 Bei Wärmetauschern mit demontierbarem Bündel muss die zulässige Ovalität eines fertigen Mantels nach einer etwaigen erforderlichen Wärmebehandlung das Einführen einer Metallschablone auf der gesamten Mantellänge ohne Blockieren ermöglichen. Die Schablone besteht aus zwei festen Scheiben (jeweils mit einem Durchmesser entsprechend dem Durchmesser des Umlenksegments oder der Stützplatte), die senkrecht fest in einem Abstand bis zu 300 mm (12 in) an einer Welle montiert sind.

9.1.3 Abstände zwischen Umlenksegment und Mantel, die größer sind als die Werte in den TEMA-Normen, Tabelle RCB-4.3, sind nicht zulässig, es sei denn der Käufer stimmt dem zu.

9.2 Zugtrennbleche

Zugtrennbleche für geschmiedete oder geschweißte Kanäle und Schwimmköpfe müssen auf der ganzen Länge von beiden Seiten oder mit durchgehenden Schweißnähten geschweißt sein, mit Ausnahme von Spezialkonstruktionen, die vom Käufer genehmigt sind. Bei Schweißen von beiden Seiten müssen die ersten 50 mm (2 in) der Dichtfläche durchgehende Schweißnähte sein.

9.3 Anschlüsse

Stutzen und Kupplungen dürfen nicht über die Innenfläche des Mantels, des Kanals oder des Kopfs, an dem sie befestigt sind, hinausragen.

9.4 Rohre

U-Rohre müssen aus einer Länge bestehen und dürfen am Umfang nicht geschweißt sein.

9.5 Schweißen

9.5.1 Bis auf Acetylen-Sauerstoff-Schweißverfahren dürfen alle Schweißverfahren verwendet werden.

9.5.2 Schweißnähte der Kategorie A und B müssen durchgehend sein und dem Druckauslegungs-Regelwerk entsprechen.

9.5.3 Alle Schweißnähte zur Befestigung von Anschlüssen an Zylindern oder Köpfen müssen durch die gesamte Dicke der Komponentenwand bzw. der Anschlusswand für den Anschluss gehen.

9.5.4 Wenn Anschlüsse an ein Blechteil stoßen (beispielsweise bei einem Aufsetzstutzen), muss die Kante der Bohrung im Blech, an dem die Anschlüsse befestigt sind, auf Lamination mit Magnetpartikel- oder Flüssigkeitseindringverfahren untersucht werden. Vorbehaltlich der Zustimmung des Käufers müssen Mängel bis zum intakten Metall beseitigt und anschließend reparaturgeschweißt werden.

9.5.5 Unterlegstreifen, die im Inneren eines Teil nach Durchführen des Schweißvorgangs bleiben, dürfen nur vorbehaltlich der Zustimmung des Käufers verwendet werden.

- **9.5.6** Rohre müssen auf Rohrböden geschweißt werden, wenn dies der Käufer so festlegt (z. B. für bestimmte Prozessbedingungen)- Schweiß- und Prüfverfahren werden in diesem Fall von Käufer und Verkäufer gemeinsam vereinbart.

9.5.7 Schweißnähte zur Befestigung von Isolierungsstützringen müssen nicht durchgehend sein.

9.5.8 Schweißnähte zur Befestigung von nicht unter Druck stehenden Anbauteilen (wie Laschen oder Strukturstahlträger) müssen durchgehend sein.

9.5.9 Schweißverfahren für Reparaturen müssen dem Käufer vor dem Beginn der Reparatur zur Freigabe vorgelegt werden.

9.5.10 Durchgehende Schweißnähte müssen für die Teile verwendet werden, die Wasserstoff mit einem Partialdruck (absolut) über 690 kPa (6,9 bar) (100 psi) ausgesetzt sind.

9.6 Wärmebehandlung

9.6.1 Bearbeitete Kontaktflächen, einschließlich Gewindeanschlüsse, müssen einen geeigneten Schutz vor Ablösung oder Verlust der Oberflächenausführung während der Wärmebehandlung aufweisen.

- **9.6.2** Anforderungen an und Verfahren für Wärmebehandlungen nach Biegen des gebogenen Bereichs von U-Rohren müssen vom Käufer festgelegt werden.

Wenn der Käufer eine Wärmebehandlung von U-Bögen aus austenitischem Edelstahl spezifiziert, muss das Verfahren der Druckberechnungsvorschrift entsprechen oder zwischen Käufer und Verkäufer vereinbart werden.

U-Bögen aus Rohren aus Kupfer und Kupferlegierungen, einschließlich Kupfer-Nickel-Legierungen, müssen entsprechend dem Druckauslegungs-Regelwerk oder entsprechend einer Vereinbarung zwischen Verkäufer und Käufer wärmebehandelt werden.

9.6.3 Der wärmebehandelte Bereich des U-Bogens muss sich mindestens 150 mm (6 in) über den Tangentialpunkt hinaus erstrecken.

9.6.4 Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen von vorproduzierten Kanälen und Hauben aus unlegiertem Stahl wird an folgenden Teilen durchgeführt:

- a) Kanäle und Hauben mit sechs oder Rohrzügen
- b) zwei- und vierzügige Kanäle und Hauben mit einem Verhältnis der Durchmesser von Zylinder und Stutzen bis 2
- c) einzügige Kanäle und Hauben, deren Stutzen nicht axial sind, und mit einem Verhältnis der Durchmesser von Zylinder und Stutzen bis 2

- **9.6.5** Kanäle und Hauben aus unlegiertem Stahl mit Schweißauftrag müssen nach dem Schweißen wärmebehandelt werden, wenn dies das Druckauslegungs-Regelwerk oder der Käufer vorschreibt.
- 9.6.6** Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen muss bei allen Schwimmkopfdeckeln aus unlegiertem Stahl durchgeführt werden, die durch Schweißen eines nur gewölbten Kopfs in einem Ringflansch hergestellt werden.
- **9.6.7** Der Käufer muss festlegen, ob eine Wärmebehandlung aus Prozessgründen erforderlich ist.

9.7 Maßtoleranzen

- 9.7.1** Die Fertigungstoleranzen müssen ein Austauschen von nominell identischen Teilen ermöglichen.
- 9.7.2** Wärmetauscher, die im Betrieb gestapelt werden sollen, werden im Werk gestapelt, um die Passgenauigkeit zu prüfen.
- 9.7.3** Bei gestapelten Wärmetauschern dürfen die entsprechenden Stutzenflansche maximal 0,8 mm (1/32 in) Parallelitätsabweichung in jedem Durchmesser zeigen. Der Abstand zwischen den entsprechenden Stutzenflanschen darf nach Einbau der Dichtung 3 mm (1/8 in) nicht überschreiten. Schrauben müssen frei ohne Festklemmen eingeschraubt und wieder entfernt werden können. Gegebenenfalls müssen zwischen den Auflagen Unterlegstücke eingesetzt und heftgeschweißt werden.

9.8 Dichtungspassflächen mit Ausnahme von Stutzenflanschflächen

- 9.8.1** Dichtungspassflächen müssen Oberflächen gemäß Tabelle 2 aufweisen.

Tabelle 2 — Oberflächen von Dichtungspassflächen

Maße in Mikrometer (Mikroinch)

Typ	Oberflächenrauheit <i>Ra</i> ^a
Massive Flachmetalldichtungen	maximal 1,6 (63)
Doppelmanteldichtungen	1,6 bis 3,2 (63 bis 125)
Federdichtungen	3,2 bis 6,3 (125 bis 250)
Dichtungen aus gezahntem Metall mit weicher Dichtungspassfläche	
^a <i>Ra</i> ist die durchschnittliche Rauheit.	

- 9.8.2** Die Ebenheitstoleranz (maximale Abweichung von einer Ebene) von Außendichtungspassflächen beträgt 0,8 mm (1/32 in). Die Verwendung eines Lineals zur Ermittlung der Ebenheitstoleranz ist zulässig.
- **9.8.3** Bei speziellen Anwendungen wie Betrieb unter hohem Druck, hohen Temperaturen oder Betrieb mit Wasserstoff müssen die folgenden Anforderungen erfüllt werden, falls dies der Käufer verlangt.

- a) Die Ebenheitstoleranzen bei Außendichtungspassflächen müssen den Werten der Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Ebenheitstoleranz bei Außendichtungspassflächen

Maße in Millimeter (in)

Nenn Durchmesser des Wärmetauschers	Toleranz
< 375 (15)	$\pm 0,08$ (0,003)
375 bis 750 (15 bis 30)	$\pm 0,15$ (0,006)
751 bis 1 125 (31 bis 45)	$\pm 0,20$ (0,008)
> 1 125 (45)	$\pm 0,20$ (0,008)

- d) Bei Wärmetauschern ohne Innenzugtrenndeckel muss die Ebenheitstoleranz für die einzelnen Zugtrennungen 0,8 mm (1/32 in) betragen.

9.8.4 Flanschebenheitstoleranz und -oberfläche müssen nach Befestigen des Flanschs am Teilezylinder oder Deckel und nach einer etwaigen Wärmebehandlung nach dem Schweißen gemessen werden.

9.8.5 Die Ebenheit von Rohrbodendichtungspassflächen muss nach Aufweiten oder Schweißen der Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden gemessen werden.

9.9 Rohrbohrungsnuten

9.9.1 Rohrbohrungsnuten müssen rechtwinklige Kanten aufweisen, konzentrisch und frei von Riefen sein.

9.9.2 Bei mantelseitig verkleideten Rohrböden muss das Rohr aufgeweitet werden, um gegen das Verkleidungsmaterial abzudichten. Auf keinen Fall darf die Walzung innerhalb von 3 mm (1/8 in) der Mantelseite des Rohrbodens hineinragen.

9.9.3 Wenn Rohre aus austenitischen Edelstahl, Duplex-Edelstahl, Titan, Kupfernickel oder Nickellegierung spezifiziert sind, müssen die Rohrbohrungen gemäß den TEMA-Normen, Tabelle RCB-7.4.1, Spalte (b) (Spezialengpassung) vorgenommen werden.

9.10 Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden

9.10.1 Wenn walzenaufgeweitete Verbindungen verwendet werden, muss die Rohrwanddickenreduzierung der Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 — Zulässige Rohrwanddickenreduzierung bei walzenaufgeweiteten Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden

Material	Rohrwanddickenreduzierung %
Unlegierter Stahl und niedriglegierter Stahl	4 bis 6 ^a
Edelstahl und hochlegierter Stahl	6 bis 8 ^a
Eisenfrei	4 bis 5 ^a
^a Die obere Grenze darf um weitere 2 % angehoben werden, wenn dies der Käufer genehmigt.	

9.10.2 Wenn geschweißte und aufgeweitete Verbindungen spezifiziert sind, muss die Rohrwanddickenreduzierung mindestens 6 mm (1/4 in) von den Schweißnähten entfernt beginnen.

9.11 Montage

9.11.1 Passmarken oder Dübel müssen vorhanden sein, um eine falsche Montage der folgenden Verschraubungen zu vermeiden:

- a) Schwimmkopfdeckel und Rohrboden
- b) Kanal und Rohrboden
- c) gerillter Kanaldeckel und Kanal
- d) Festkopfrohrboden und Mantel.

9.11.2 Die Gewinde von Außenbolzen und -schrauben müssen mit einem geeigneten Schmiermittel eingestrichen werden, um ein Reiben zu vermeiden.

10 Abnahme und Prüfung

10.1 Qualitätssicherung

- **10.1.1** Falls dies der Käufer festlegt, müssen Werkstoffe, Fertigung, Übereinstimmen mit der mechanischen Auslegung und Prüfung der Wärmetauscher vom Käufer, einem autorisierten Vertreter oder beiden geprüft werden.

10.1.2 Der Verkäufer muss den Käufer in einem vereinbarten Zeitrahmen über den Beginn der Fertigung unterrichten. Der Verkäufer muss dem Käufer auch das Datum für das Einsetzen des Bündels, sonstige erforderliche Abnahmepunkte und die Endabnahme mitteilen.

10.1.3 Vorbehaltlich anders lautender Spezifikationen ist der vom Käufer autorisierte Prüfer berechtigt, das Werk des Verkäufers zu betreten, während die Arbeiten durchgeführt werden. Der Verkäufer muss dem Prüfer die Betriebsräume und alle Mittel zur Verfügung stellen, um zu gewährleisten, dass der Wärmetauscher entsprechend den Anforderungen in der Bestellung des Käufers geliefert wird.

10.1.4 Wärmetauscheranlagen dürfen nur nach Freigabe des Käufers ausgeliefert werden.

- **10.1.5** Wenn eine Abnahme durch den Käufer festgelegt ist (siehe 10.1.1), spezifiziert der Verkäufer die erforderliche Beteiligung wie beispielsweise:

- a) Prüfung, ob qualifizierte Schweißverfahren und qualifizierte Schweißgeräte und Schweißer vom Hersteller eingesetzt werden;
- b) Prüfung, ob die Konstruktion den jeweiligen Zeichnungen und der vorliegenden internationalen Norm entspricht;
- c) Überprüfung und/oder Untersuchung der Ergebnisse einer spezifizierten zerstörungsfreien Prüfung;
- d) Teilnahme an hydrostatischen Prüfungen und etwaigen zusätzlichen Prüfungen, die vom Käufer spezifiziert wurden;
- e) Untersuchung der erforderlichen Werkstoffzertifikate und Datenberichte des Herstellers.

10.1.6 Es dürfen keine Rohre oder Rohrbohrungen ohne Benachrichtigung des Käufers verschlossen werden. Verfahren und Durchführung des Verschließens erfordern eine Freigabe seitens des Käufers.

10.2 Qualitätskontrolle

10.2.1 Als Mindestkontrolle müssen Punktröntgenaufnahmen gemäß dem Druckauslegungs-Regelwerk wie folgt erstellt werden.

- a) Mindestens eine Punktröntgenaufnahme wird von den einzelnen Schweißnähten der Kategorie A und B erstellt. Stutzenschweißnähte sind von dieser Anforderung ausgenommen.
- b) Die Punktröntgenaufnahmen müssen Anfang und Ende der Schweißnähte erfassen, die in einem automatischen UP-Schweißverfahren erstellt wurden.
- c) Die Punktröntgenaufnahmen müssen mindestens 250 mm (10 in) lang sein oder die gesamte Länge erfassen, wenn die Schweißnaht kürzer als 250 mm (10 in) ist.
- d) Schweißnahtporositätsgrenzen für Punktröntgenaufnahmen müssen dem Druckauslegungs-Regelwerk bei voll geröntgten Verbindungen entsprechen.

10.2.2 Magnetpartikelprüfverfahren, Ausmaß und Zulässigkeitskriterien müssen dem Druckauslegungs-Regelwerk entsprechen.

10.2.3 Bei nicht magnetischen Werkstoffen muss eine Flüssigkeitseindringprüfung statt einer etwaigen erforderlichen Magnetpartikelprüfung durchgeführt werden.

10.2.4 Flüssigkeitseindringprüfverfahren und Zulässigkeitskriterien müssen dem Druckauslegungs-Regelwerk entsprechen.

10.2.5 Die Schweißnaht Härteprüfung muss gemäß dem Druckauslegungs-Regelwerk oder den folgenden Anforderungen erfolgen, je nachdem was strenger ist.

- a) Das Schweißmetall und der erwärmte Bereich von unter Druck stehenden Schweißnähten in Teilen müssen geprüft werden.
- b) Die Prüfung muss nach einer etwaigen Wärmebehandlung nach dem Schweißen erfolgen.
- c) Die Brinell-Härtengrenzen müssen den Werten in Tabelle 5 entsprechen.
- d) Die Härten müssen vorbehaltlich anderer Spezifikationen mit einer Kugel mit einem Durchmesser von 10 mm ermittelt werden.
- e) Es müssen eine Längsnaht, eine Umfangsnaht und alle Schweißnähte zwischen Anschluss und Teil geprüft werden, wenn der Anschluss mindestens DN 50 (NPS 2) groß ist.
- f) Wenn für die Erstellung von Längs- oder Umfangsnähten mehrere Schweißverfahren verwendet werden, muss jeweils ein Satz von Nähten je Schweißverfahren geprüft werden.

Tabelle 5 — Härtegrenzen

Werkstoff	Maximale Brinell-Härte HBW
Unlegierter Stahl	225
Niedriglegierter Stahl (max. 0,5 % Cr)	225
Niedriglegierter Stahl (0,5 % bis 2 % Cr)	225
Niedriglegierter Stahl (2,25 % bis 10 % Cr)	240
Martensitischer, hochlegierter Stahl	240
Ferritischer, hochlegierter Stahl	240

10.2.6 Bei aluminiumverkleideten Konstruktionen müssen der freie Bereich des Basismetalls und die Schweißnaht mit dem Magnetpartikelprüfverfahren vor Aufbringen des Schweißauftrags untersucht werden.

10.2.7 Alle fertigen Schweißnähte aus ferromagnetischem Stahl müssen nach einer Wärmebehandlung nach dem Schweißen mit dem Magnetpartikelprüfverfahren untersucht werden (es sei denn, das Druckauslegungs-Regelwerk verlangt eine Prüfung nach einer hydrostatischen Prüfung).

10.2.8 Fertige Schweißnähte aus nichtmagnetischen Werkstoffen, ob massives Aluminium oder aluminiumverkleidetes Blech, müssen mit dem Flüssigkeitseindringverfahren nach einer Wärmebehandlung nach dem Schweißen untersucht werden.

10.2.9 Nach einer Wärmebehandlung nach dem Schweißen muss eine abschließende optische Prüfung der Schweißnaht erfolgen.

10.2.10 Nach dem Verkleiden und vor der Fertigung müssen vollständig verkleidete Werkstoffe einer Ultraschallprüfung von der Verkleidungsseite her gemäß dem Druckauslegungs-Regelwerk unterzogen werden.

10.2.11 Schweißaufträge, Rückwandverkleidung und Befestigungsschweißnähte auf Schweißaufträgen müssen einer Flüssigkeitseindringprüfung nach einer Wärmebehandlung nach dem Schweißen unterzogen werden.

10.3 Druckprüfung

10.3.1 Bei geschweißten und aufgeweiteten Verbindungen zwischen Rohr und Rohrboden muss die Intaktheit der Rohrschweißnaht vor dem Aufweiten der Rohre mit einer Druckprüfung von der Mantelseite aus bei einem Manometerdruck zwischen 50 kPa (0,5 bar) (7,5 psi) und 100 kPa (1 bar) (15 psi) mit einer Seifen-Wasser-Lösung zum Feststellen von undichten Stellen geprüft werden.

10.3.2 Mit Ausnahme von Differenzdruckkonstruktionen muss eine unabhängige hydrostatische Prüfung von Mantel- und Rohrseite durchgeführt werden. Die Mindestflüssigkeitstemperatur für hydrostatische Prüfungen muss dem Druckauslegungs-Regelwerk entsprechen.

10.3.3 Der hydrostatische Prüfdruck muss mindestens 1 h gehalten werden. Nach Abschluss der Prüfung wird der Wärmetauscher geleert.

10.3.4 Wärmetauscher, in denen austenitische Edelstahlwerkstoffe der Prüfflüssigkeit ausgesetzt sind, werden mit Trinkwasser mit einem Chloridionengehalt unter 20 mg/kg (20 ppm nach Gewicht) geprüft.

- **10.3.5** Wenn dies der Käufer festlegt, muss die mantelseitige hydrostatische Prüfung mit entfernter Haube oder Kanalabdeckung vorgenommen werden.

10.3.6 Stützenverstärkungspuffer müssen pneumatisch bei einem Manometerdruck von 170 kPa (25 psi) geprüft werden.

10.3.7 Aus Sicherheitsgründen müssen etwaige zusätzliche Druckprüfungen bei einem Nenndruck von 170 kPa (1,7 bar) (25 psi) durchgeführt werden.

10.3.8 Flanschverbindungen, die nach einer hydrostatischen Prüfung demontiert wurden, müssen wieder mit neuen Dichtungen montiert und erneut auf Dichtigkeit geprüft werden.

10.3.9 Lack oder sonstige Außenbeschichtungen dürfen auf Schweißnähten erst nach der abschließenden hydrostatischen Prüfung aufgetragen werden.

10.3.10 Im Betrieb gestapelte Wärmetauscher müssen als gestapelte Wärmetauscheranlage druckgeprüft werden.

10.4 Typenschilder und Einstanzungen

10.4.1 Am Wärmetauscher muss ein Edelstahltypenschild dauerhaft so angebracht werden, dass es nach Anbringen der Isolierung lesbar ist.

10.4.2 Das Typenschild muss am Mantel neben dem Kanalende angebracht werden.

10.4.3 In folgende Teile muss die Seriennummer des Herstellers eingestanzt werden:

- a) Mantelflansch;
- b) Manteldeckelflansch;
- c) Kanal- oder Haubenflansch;
- d) Kanalabdeckung;
- e) Festkopfrohrboden;
- f) Schwimmkopfrohrboden;
- g) Schwimmkopfdeckelflansch;
- h) Schwimmkopfstützvorrichtung;
- i) Testringflansch und -brille.

11 Versandvorbereitung

11.1 Schutz

11.1.1 Alle zur Reinigung oder Prüfung verwendeten Flüssigkeiten müssen aus den Wärmetauscheranlagen vor dem Versand entfernt werden.

11.1.2 In den Wärmetauscheranlagen dürfen vor dem Versand keine Fremdpartikel sein.

11.1.3 Alle Öffnungen in Wärmetauscheranlagen müssen ausreichend geschützt sein, um Schäden und etwaigen Eintritt von Wasser oder anderen Fremdstoffen zu vermeiden.

11.1.4 Auf allen Flanschdichtungsflächen muss ein geeignetes Rostschutzmittel aufgetragen werden. Sie müssen außerdem durch geeignet angebrachte, widerstandsfähige Deckel aus Holz, Kunststoff oder abgedichtetem Stahl geschützt sein.

11.1.5 Alle Gewindeanschlüsse müssen mit Metallstopfen oder Deckel aus geeignetem Material geschützt sein.

11.1.6 Anschlüsse, die zum Schweißen angefast wurden, müssen ausreichend abgedeckt werden, um die Fase vor Schäden zu schützen.

- **11.1.7** Der Käufer muss gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen an Oberflächenvorbereitung und -schutz (z. B. Lack) angeben.

11.1.8 Freiliegende Schraubengewinde müssen mit einem leicht zu entfernenden Rostschutzmittel geschützt werden, um eine Korrosion während Prüfung, Versand und Lagerung zu vermeiden. Gewindebohrungen werden mit Fett verschlossen.