

Erdöl- und Erdgasindustrien
Luftgekühlte Wärmetauscher
(ISO 13706:2000)
Deutsche Fassung EN ISO 13706:2000

DIN
EN ISO 13706

ICS 27.060.30; 75.180.99

Petroleum and natural gas industries —
Air-cooled heat exchangers (ISO 13706:2000);
German version EN ISO 13706:2000

Industries du pétrole et du gaz naturel —
Échangeurs de chaleur refroidis à l'air (ISO 13706:2000);
Version allemande EN ISO 13706:2000

Die Europäische Norm EN ISO 13706:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Werkstoffe, Ausrüstung und Offshore-Bauwerke für Erdöl- und Erdgasindustrien“ (Sekretariat: Frankreich) erstellt. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme von ISO 13706:2000, erarbeitet von ISO/TC 67 „Werkstoffe, Ausrüstungen und Offshore-Konstruktionen; Unterkomitee SC 6, Verarbeitungsausrüstungen und -systeme“ (Sekretariat: Frankreich).

Fortsetzung 132 Seiten EN

Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Erdöl- und Erdgasindustrien

**Luftgekühlte Wärmetauscher
(ISO 13706:2000)**

Petroleum and natural gas industries — Air-cooled
heat exchangers (ISO 13706:2000)

Industries du pétrole et du gaz naturel — Échangeurs
de chaleur refroidis à l'air (ISO 13706:2000)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 2000-04-15 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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

Zentralsekretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	3	7.2.10 Jalousien	34
Einleitung	3	7.2.11 Schutzgitter	36
1 Anwendungsbereich	4	7.3 Bau-Auslegung	36
2 Normative Verweisungen	4	7.3.1 Allgemeines	36
3 Begriffe (Benennungen und Definitionen)	5	7.3.2 Schwingungsprüfung	36
4 Allgemeines	7	7.3.3 Lasten und Kräfte bei der Bau-Auslegung	37
5 Angebote	8	7.3.4 Luftkästen (Luftverteilräume)	39
6 Dokumentation	8	7.3.5 Mechanische Zugangsmöglichkeiten	39
6.1 Zustimmungspflichtige Angaben	8	7.3.6 Hebeeinrichtungen	41
6.2 Abschlussberichte	9	8 Werkstoffe	41
7 Konstruktion	10	8.1 Allgemeines	41
7.1 Konstruktion der Kühlerbündel	10	8.2 Vorkammern	42
7.1.1 Allgemeines	10	8.3 Jalousien	42
7.1.2 Heizschlangen	11	8.4 Sonstige Bauteile	42
7.1.3 Berechnungstemperatur für das Kühlerbündel	11	9 Herstellung der Rohrbündel	43
7.1.4 Berechnungsdruck für das Kühlerbündel	11	9.1 Schweißen	43
7.1.5 Korrosionszuschlag	11	9.1.1 Allgemeines	43
7.1.6 Vorkammern	12	9.1.2 Stopfen-Vorkammern	43
7.1.7 Rohrzugang mittels Stopfen	15	9.1.3 Vorkammern mit abnehmbarem Deckel und abnehmbarer Haube	43
7.1.8 Dichtungen	16	9.2 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	43
7.1.9 Stutzen und andere Anschlüsse	18	9.3 Verbindungen Rohr/Rohrboden	44
7.1.10 Maximal zulässige Momente und Kräfte am Stutzen und an der Vorkammer	20	9.3.1 Durchmesser und Toleranzen für die Rohrbohrungen	44
7.1.11 Rohre	22	9.3.2 Nutung der Rohrbohrung	44
7.2 Luftseitige Konstruktion	24	9.3.3 Einwalzverbindungen Rohr/Rohrboden	44
7.2.1 Allgemeines	24	9.3.4 Schweißverbindung zwischen Rohr/Rohrboden	45
7.2.2 Lärm-Schutz-Überwachung	25	9.4 Dichtungsauflageflächen	45
7.2.3 Lüfter und Lüfternaben	25	9.5 Gewindeschmierung	45
7.2.4 Lüfterwellen und -lager	28	9.6 Fluchtung und Toleranzen	45
7.2.5 Schmiereinrichtungen	29	9.7 Zusammenbau	47
7.2.6 Lüfterhauben	29	10 Inspektion, Untersuchung und Prüfung	47
7.2.7 Antriebe	30	10.1 Allgemeines	47
7.2.8 Kupplungen und Kraftübertragungseinrichtungen	31	10.2 Qualitätskontrolle	47
7.2.9 Sicherheits-Ausschalter bei starken Schwingungen	34	10.3 Druckprüfung	48
		10.4 Probeläufe im Werk	49
		10.5 Typenschilder	49

11 Versandvorbereitungen	49	Anhang A (informativ)	
11.1 Allgemeines	49	Empfohlene Vorgehensweisen	53
11.2 Oberflächen und Oberflächengüten ..	50	Anhang B (informativ)	
11.3 Kennzeichnung, Konditionierung und Angabe von Hinweisen für den Besteller	50	Checkliste, Datenblätter und elektronischer Datenaustausch	58
12 Zusätzliche Anforderungen	50	Anhang C (informativ)	
12.1 Allgemeines	50	Frostsicherung luftgekühlter Wärmetauscher	81
12.2 Konstruktion	50	Literaturhinweise	132
12.3 Zerstörungsfreie Untersuchungen ...	51		
12.4 Prüfung	52		

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 13706:2000 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl- und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis 2000-10, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis 2000-10 zurückgezogen werden.

Die Anhänge A, B und C dieser Internationalen Norm sind informativ.

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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 13706:2000 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Diese Internationale Norm basiert auf der vierten Ausgabe von API 661:1997-11.

Anwender dieser Internationalen Norm sollten beachten, dass bei individuellen Anwendungen Erweiterungen oder Änderungen der in dieser Norm angegebenen Anforderungen erforderlich werden können. Diese Internationale Norm schließt nicht aus, dass bei individuellen Anwendungen Angebote für alternative Ausrüstungen oder technische Lösungen vom Lieferer vorgelegt und vom Besteller akzeptiert werden dürfen. Das gilt besonders für innovative oder in der Entwicklung befindliche Technologien. Wenn eine Alternative angeboten wird, sollte der Lieferer auf alle Abweichungen von dieser Internationalen Norm hinweisen und Einzelheiten angeben.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen und Empfehlungen für Konstruktion, Werkstoffe, Herstellung, Inspektion, Prüfung und Vorbereitungen zum Versand von luftgekühlten Wärmetauschern für die Anwendung in der Erdöl- und Erdgasindustrie fest.

Die vorliegende Internationale Norm gilt für luftgekühlte Wärmetauscher mit horizontal angeordneten Kühlerbündeln, kann jedoch prinzipiell auch auf Anordnungen angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

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

ISO 76, *Rolling bearings — Static load ratings*.

ISO 281, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life*.

ISO 286 (alle Teile), *ISO system of limits and fits*.

ISO 1081, *Belt drives — V-belts and V-ribbed belts, and corresponding grooved pulleys — Vocabulary*.

ISO 1459, *Metallic coatings — Protection against corrosion by hot dip galvanizing — Guiding principles*.

ISO 1461, *Metallic coatings — Hot dip galvanised coatings on fabricated ferrous products — Requirements*.

ISO 2491, *Thin parallel keys and their corresponding keyways (Dimensions in millimetres)*.

ISO 3744, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*.

ISO 4183, *Belt drives — Classical and narrow V-belts — Grooved pulleys (system based on datum width)*.

ISO 4184, *Belt drives — Classical and narrow V-belts — Lengths in datum system*.

ISO 5287, *Narrow V-belt drives for the automotive industry — Fatigue test*.

ISO 5290, *Belt drives — Grooved pulleys for joined narrow V-belts — Groove sections 9J, 15J, 20J and 25J (effective system)*.

ISO 8501-1, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings*.

ISO 9563, *Belt drives — Electrical conductivity of antistatic endless synchronous belts — Characteristics and test method*.

ISO 10436, *Petroleum and natural gas industries — General-purpose steam turbines for refinery service*.

[1] AGMA 6001¹⁾, *Design and selection of components for enclosed gear drives*.

[2] AGMA 6010, *Practice for enclosed speed reducers or in creasets using spur, helical, herringbone and spiral level gears*.

[3] ICBO²⁾, *Uniform Building Code (International Conference of Building Officials, 5360 South Workman Mill Road, Whittier, California 90601, USA)*.

¹⁾ American Gear Manufacturers' Association, 1500 King Street, Suite 201, Alexandria, VA 2231343, USA.

²⁾ International Conference of Building Officials, 5360 South Workman Mill Road, Whittier, CA 90601, USA.

3 Begriffe (Benennungen und Definitionen)

Für diese Internationale Norm gelten folgende Definitionen:

3.1

Kühlerbündel

ein oder mehrere, gemeinsam auf einer Stahlkonstruktion angeordnete, für eine Kühlaufgabe vorgesehene Bündel

3.2

Glattrohrfläche

gesamte Rohraußenfläche über die Länge zwischen den äußeren Bodenflächen der Vorkammer

3.3

Wärmetauschereinheit

ein oder mehrere Kühlerbündel mit zwei oder mehreren Lüftern einschließlich der Grundkonstruktion, des Luftkastens und sonstiger Zusatzeinrichtungen; Bild 1 zeigt typische Anordnungen für Wärmetauschereinheiten

3.4

Rippenrohrfläche

gesamte, der Luft ausgesetzte Rohraußenfläche

3.5

Wärmetauscher mit drückend angeordnetem Lüfter

Wärmetauscher, bei dem die Kühlerbündel auf der Druckseite des Lüfters angeordnet sind

3.6

Wärmetauscher mit saugend angeordnetem Lüfter

Wärmetauscher, bei dem die Kühlerbündel auf der Saugseite des Lüfters angeordnet sind

3.7

Bündel-Baugruppe

ein oder mehrere Kühlerbündel für eine individuelle Kühlaufgabe

3.8

Baugruppen-Nummer

Bestell-Nummer für eine oder mehrere Kühlerbündel

3.9

Druck-Berechnungs-Vorschrift

anerkannte, vom Besteller festgelegte oder in Absprache mit ihm ausgewählte Druckbehälter-Norm (z. B. ASME VIII)

3.10

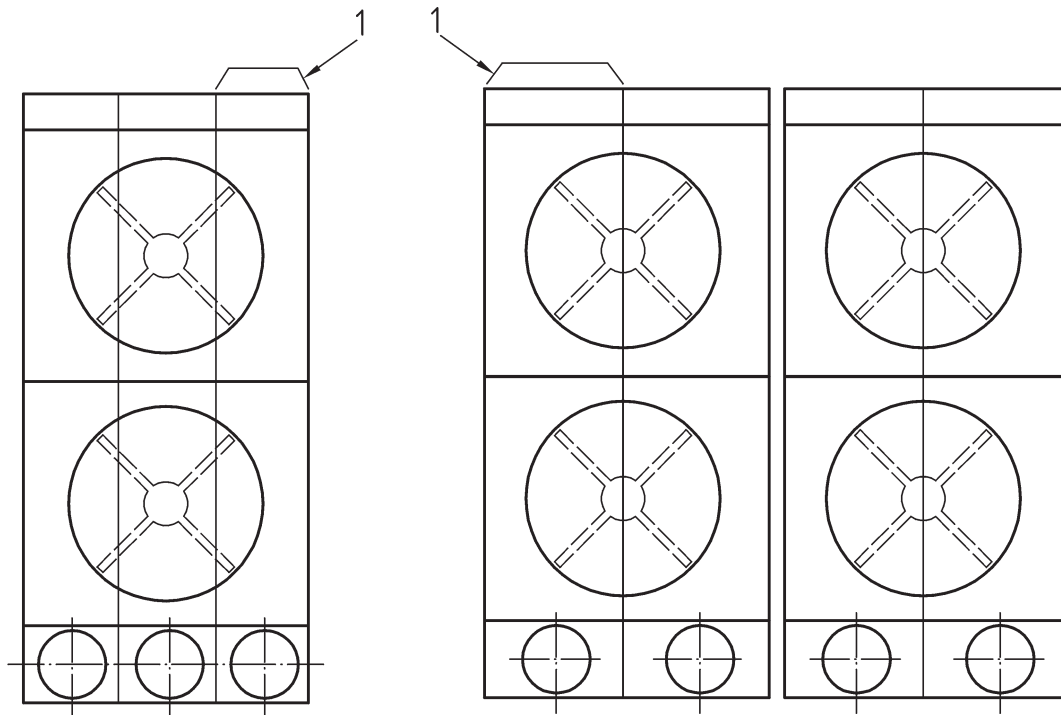
Bauvorschrift

anerkannte, vom Besteller festgelegte oder in Absprache mit ihm ausgewählte Bau-Norm (z. B. AISC MO11 und AISC S302)

3.11

Kühlerbündel

Baugruppe aus Vorkammern, Rohren und Gestellen



a) Wärmetauschereinheit aus
einem Kühlerbündel

b) Wärmetauschereinheit aus
zwei Kühlerbündeln

Legende

1 Kühlerbündel

Bild 1 — Typische Einbaumöglichkeiten für Wärmetauschereinheiten

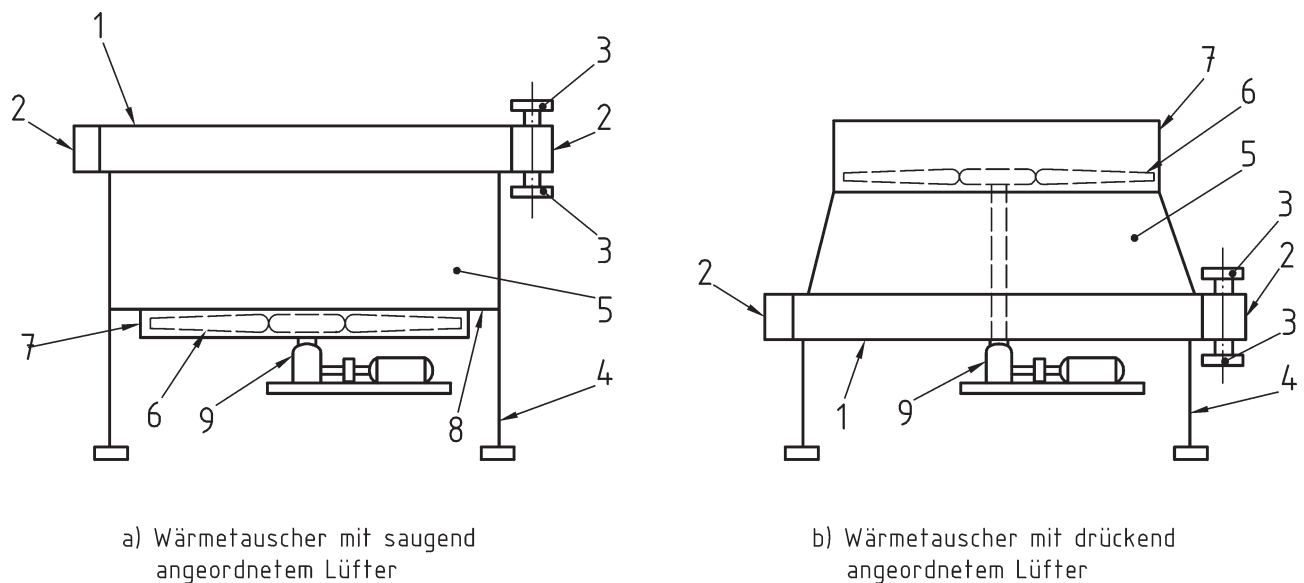
4 Allgemeines

4.1 ● Die Druck-Berechnungs-Vorschrift muss vom Besteller festgelegt oder in Absprache mit ihm ausgewählt werden.

Druckteile müssen der Druck-Berechnungs-Vorschrift sowie den ergänzenden Anforderungen in dieser Internationalen Norm entsprechen.

ANMERKUNG Ein Vollkreis (●) am Beginn eines Abschnitts bedeutet, dass der Besteller eine Entscheidung treffen oder Informationen liefern muss (siehe Checkliste im Anhang B). Ein Voll-Dreieck (▲) am Beginn eines Abschnitts bedeutet, dass das betreffende Detail in einem Datenblatt für einen luftgekühlten Wärmetauscher enthalten ist (siehe Anhang B).

4.2 Luftgekühlte Wärmetauscher arbeiten entweder mit drückend oder mit saugend angeordnetem Lüfter und bestehen aus den im Bild 2 dargestellten Teilen sowie weiterem Zubehör, z. B. Leitern, Laufstegen und Arbeitsbühnen.



Legende

- 1 Kühlerbündel
- 2 Vorkammer
- 3 Stutzen
- 4 Stütze
- 5 Luftkasten
- 6 Lüfter
- 7 Lüfterring
- 8 Lüfter-Deck
- 9 Antriebseinrichtung

Bild 2 — Typische Bestandteile eines luftgekühlten Wärmetauschers

4.3 Bei Bedarf sind aus Anhang A Empfehlungen für mechanische und konstruktive Einzelheiten zu entnehmen. Anhang A enthält ferner Hinweise, die bei der Festlegung bestimmter konstruktiver Gesichtspunkte zu beachten sind, z. B. für Temperaturgrenzen, Ausführung der berippten Rohroberfläche, Abstützverfahren für die Rohre, Art des luftgekühlten Wärmetauschers, Werkstoffe für Dichtungen sowie betriebliche Gesichtspunkte, z. B. Zugang über Laufstege.

4.4 ● Der Lieferer muss die zutreffenden, vom Besteller festgelegten örtlichen Vorschriften erfüllen.

4.5 Wenn möglich, werden in dieser Internationalen Norm zur Erleichterung der Anwendung die im amerikanischen Sprachgebrauch üblichen Einheiten in Klammern angegeben.

5 Angebote

5.1 Zum Angebot des Lieferers gehört für jede Bündel-Baugruppe ein ausgefülltes Datenblatt (siehe Anhang B).

5.2 Es muss eine Angebotszeichnung vorgelegt werden, in der alle Hauptmaße in der Drauf- und in der Seitenansicht sowie Größe und Ausrichtung der Stützen angegeben werden.

5.3 Aus dem Angebot muss ersichtlich sein, ob die Welle eines senkrecht installierten Elektromotors nach oben oder unten gerichtet ist.

5.4 Die Herstellungs- und Rohreinschweißverfahren für Rohrböden müssen angegeben werden.

5.5 Im Angebot muss eindeutig festgelegt werden, welche Teile auf dem Ölfeld zusammenzubauen sind und in welchem Umfang eine Werkstattmontage erfolgt.

5.6 Angebote für Konstruktionen mit speziellen Merkmalen, die in dieser Internationalen Norm nicht behandelt werden, müssen zusätzliche Zeichnungen enthalten, in denen alle konstruktiven Einzelheiten beschrieben werden.

5.7 Im Angebot müssen alle Ausnahmen von festgelegten Anforderungen ausführlich beschrieben werden.

5.8 ● Das Angebot muss den Lärmschutz behandeln. Falls vom Besteller festgelegt, muss ein Lärm-Schutz-Datenblatt enthalten sein (siehe Anhang B).

5.9 ● Falls vom Besteller festgelegt, muss im Angebot die Betriebskennlinie des Lüfters angegeben werden.

5.10 Das Angebot muss Einzelheiten zu dem zur Sicherung der Rippenenden verwendeten Verfahren enthalten (7.1.11.7).

5.11 Der Lieferer muss den Besteller informieren, wenn er es für möglich hält, dass die vom Besteller festgelegten Anforderungen dem bestimmungsgemäßen Einsatz oder dem Betrieb der Einheit entgegenstehen oder für ihn ungeeignet sind.

6 Dokumentation

6.1 Zustimmungspflichtige Angaben

6.1.1 ● Für jedes Wärmetauscher-Bündel, dem eine Baugruppen-Nummer zugeordnet wurde, muss der Lieferer Dokumente erstellen, in denen die nachfolgend aufgeführten Angaben enthalten sind. Der Besteller legt fest, welche dieser Dokumente ihm vorzulegen sind und welche Dokumente eine Zustimmung erfordern.

- a) Baugruppen-Nummer für die Bestellung, vorgesehener Einsatz, Bezeichnung und Standort des Projekts, Auftragsnummer für die Bestellung und Auftragsnummer des Lieferwerks;
- b) Berechnungsdruck, maximal zulässiger Betriebsdruck, Prüfdruck, höchste und niedrigste Berechnungstemperatur sowie Korrosionszuschlag;
- c) alle vom Besteller festgelegten Vorschriften und Spezifikationen;
- d) Werkstoffspezifikationen und ausgewählte Werkstoffsorten für alle Druckteile;

- e) Gesamtmaße;
- f) Maße und Anordnung der Stützen sowie Größen der Ankerschrauben;
- g) Größe der Stützen, Druck-Temperatur-Auslegung, Dichtfläche, Anordnung, Auskragung über die Vorkammer, zulässige Belastungen (Kräfte und Momente) sowie Strömungsrichtung;
- h) Einzelheiten zur Montage des Antriebs;
- i) Masse des leeren und wassergefüllten Kühlerbündels sowie Masse des schwersten anzuhebenden Teils oder der vom Lieferer für das gleichzeitige Anheben vorgesehenen schwersten Teilekombination;
- j) Reaktion der Stützen auf alle in 7.3.3 aufgeführten Lastarten;
- k) Anforderungen an die nach dem Schweißen durchzuführende Wärmebehandlung;
- l) Anforderungen an Durchstrahlungs- und sonstige zerstörungsfreie Prüfungen;
- m) Anforderungen an Oberflächenvorbehandlungen und Anstriche;
- n) Berechnungstemperaturen für mechanische Teile sowie Messgeräte;
- o) Typenschild und Lageanordnung des Typenschildes;
- p) Verbindung Rohr/Rohrboden und Einzelheiten der Schweißstoßvorbereitung.

6.1.2 Der Lieferer muss Detailzeichnungen für Dichtungen, Zusammenstellungszeichnungen für das Ölfeld sowie Zeichnungen für alle vorhandenen Zusatz- und Steuereinrichtungen bereitstellen. Auf den Zeichnungen müssen alle elektrischen Anschlüsse, alle Anschlüsse von Steuereinrichtungen sowie die Anschlüsse für Druckluft zum Steuern und Anzeigen für pneumatisch betätigte Jalousien oder Lüfter angegeben werden. Die Dichtungsart und die Werkstoffe für die Dichtungen müssen auf einer gesonderten Zeichnung angegeben werden.

6.1.3 ● Nach der Druck-Berechnungs-Vorschrift erforderliche Berechnungen müssen für die Konstruktion von Druckteilen sowie von Vorkammerkästen, Rohren und Rohrverbindungen durchgeführt werden. Angaben in ausreichendem Umfang müssen auch für alle nicht genormten Bauteile bereitgestellt werden, die das Druckgehäuse durchdringen, z. B. Reduzierstutzen. Falls vom Besteller festgelegt, müssen ihm die Berechnungen zur Zustimmung vorgelegt werden.

6.1.4 ● Falls vom Besteller festgelegt, müssen ihm vor der Herstellung Übersichten über alle vorgesehenen Schweißungen, Schweißverfahren und Schweißbefähigungen (einschließlich der Ergebnisse aus Schlagversuchen, falls durchgeführt) zur Zustimmung vorgelegt werden.

6.1.5 ● Weitere, vom Lieferer vorzugebende sachdienliche Angaben zu Einbau, Betrieb, Wartung oder Inspektion müssen zwischen Besteller und Lieferer abgesprochen werden.

6.2 Abschlussberichte

6.2.1 Der Lieferer muss Aufzeichnungen zu den verwendeten Werkstoffen und zu Einzelheiten der Herstellung über eine Dauer von mindestens 5 Jahren aufbewahren.

6.2.2 ● Der Besteller muss festlegen, welche der folgenden Dokumente bereitzustellen sind und welche davon auf elektronischen Datenträgern vorzuliegen haben:

- a) Datenblatt für den Herstellungszustand und Angaben zu Werkstoffspezifikationen und -sorten für alle Druckteile;
- b) Aufzeichnungen aller Herstellungsdaten nach der Druck-Berechnungs-Vorschrift;
- c) zertifizierte Werkstoff-Prüfberichte für alle Druckteile;
- d) Angaben zu Lüfter und Lüfternabe sowie Maße für die Wellenbohrung und die Keilnut sowie Angaben zu Kupplungen und Riemenscheiben;

- e) schematische Darstellung der automatisch gesteuerten Lüfterverstellung oder der automatisch gesteuerten Verstellung der Jalousielamellen, falls die Steuereinrichtung vom Lieferer bereitgestellt wird;
- f) Anweisungen für Einbau, Betrieb und Wartung sowie für die für Getriebe und Lager vorgesehene Art der Schmierung;
- g) Ersatzteil-Liste;
- h) zertifiziertes Lärm-Schutz-Datenblatt für luftgekühlte Wärmetauscher, bei denen die Lüfter mit Nenn-drehzahl und unter Berechnungsbedingungen arbeiten;
- i) Betriebskennlinie für den Lüfter mit Angaben zum Betriebspunkt und zur Wellenleistungsaufnahme;
- j) Betriebskennlinie für die Jalousie;
- k) Temperaturaufzeichnungen, die während der Wärmebehandlung nach dem Schweißen der Vorkammern erstellt wurden.

7 Konstruktion

7.1 Konstruktion der Kühlerbündel

7.1.1 Allgemeines

7.1.1.1 Die Kühlerbündel müssen biegesteif sein und unabhängige Einheiten bilden, sodass sie als eine komplette Baugruppe zu handhaben sind.

7.1.1.2 Der Lieferer muss dafür sorgen, dass eine seitliche Bewegung der Kühlerbündel von mindestens 6 mm (1/4 in) nach rechts und links oder von mindestens 12 mm (1/2 in) in nur eine Richtung möglich ist, sofern mit dem Besteller keine größere Bewegungsmöglichkeit vereinbart wurde.

7.1.1.3 Die Wärmeausdehnung der Rohre muss berücksichtigt werden.

7.1.1.4 Alle Rohre müssen unterstützt werden, damit sie nicht durchhängen und eine daraus resultierende gegenseitige Beeinflussung oder Verformung der Rippen vermieden wird. Der Mittenabstand zwischen den Rohrstützen darf höchstens 1,8 m (6 ft) betragen.

7.1.1.5 An jeder Rohrstütze muss eine Haltevorrichtung (ohne Rohrhalterung) vorgesehen werden. Die Haltevorrichtungen müssen an den seitlichen Gestellen angeschraubt werden.

7.1.1.6 Die Rohre von Kondensatoren mit einem Durchgang (eingängige Kondensatoren) müssen in Richtung zum Auslass der Vorkammer um mindestens 10 mm je Meter (1/8 in je Fuß) geneigt angeordnet werden.

7.1.1.7 Die Rohre von Kondensatoren mit mehreren Durchgängen (mehrgängige Kondensatoren) brauchen nicht geneigt angeordnet zu werden.

7.1.1.8 Am Kühlerbündel und an der kompletten Wärmetauschereinheit müssen Luftverschlüsse vorgesehen werden, um Luftleckage und Luftnebenschüsse zu vermeiden. Alle Luftspalte, die breiter als 10 mm (3/8 in) sind, müssen abgedichtet werden.

7.1.1.9 Die Mindestdicke des Metalls, aus dem Luftverschlüsse hergestellt werden, muss im Bereich des seitlichen Gestells oder Mantels des Kühlerbündels 2,5 mm (USS-Blechdickenlehre 12: 0,105 in) und außerhalb des seitlichen Gestells/Mantels des Kühlerbündels 2,0 mm (USS-Blechdickenlehre 14: 0,075 in) betragen.

7.1.1.10 Demontierbare Luftverschlüsse müssen mit Schrauben angebracht werden, deren Nenndurchmesser mindestens 10 mm (3/8 in) beträgt.

7.1.1.11 ● Die Frostsicherung muss den Festlegungen oder Vereinbarungen mit dem Besteller entsprechen. Zur Durchführung von Frostsicherungsmaßnahmen sollte Anhang C angewendet werden.

7.1.1.12 ● Der Wärmetauscher muss so ausgelegt werden, dass bei den vom Besteller festgelegten Werten für Temperatur und Druck und unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen ein inneres Ausdämpfen erfolgt.

7.1.2 Heizschlangen

7.1.2.1 Heizschlangen, die bei Frostperioden zum Schutz des Kühlerbündels vorgesehen sind, müssen in einem gesonderten Bündel angeordnet werden und dürfen nicht Teil des Kühlerbündels sein.

7.1.2.2 Die Heizschlangen müssen die gesamte Breite des Kühlerbündels abdecken.

7.1.2.3 Die Heizschlangen-Rohrlochteilung darf maximal der doppelten Rohrlochteilung des Kühlerbündels entsprechen.

7.1.2.4 Wenn Dampf als Heizmittel dient, müssen eingängige Heizschlangen angewendet werden, deren Rohre in Richtung zum Auslass um mindestens 10 mm je Meter (1/8 Zoll je Fuß) geneigt angeordnet werden müssen.

7.1.2.5 Für Dampfbetrieb dürfen Rohr-Vorkammern mit eingeschweißten Rohren angewendet werden.

7.1.3 Berechnungstemperatur für das Kühlerbündel

7.1.3.1 ● Die höchste und die geringste Berechnungstemperatur für Druckteile müssen den Festlegungen des Bestellers entsprechen; wenn der Besteller keine Berechnungstemperaturen festgelegt hat, muss die höchste Berechnungstemperatur mindestens der Eintrittstemperatur der Prozessflüssigkeit plus 25 °C (50 °F) entsprechen.

7.1.3.2 ● Die höchste Betriebstemperatur, die zur Auswahl der jeweiligen Rippenausführung anzuwenden ist (Rippen-Berechnungstemperatur), muss vom Besteller gesondert festgelegt werden. Die Berechnungstemperaturen für Druckteile beeinflussen weder die Auswahl der Rippenausführung noch die Bestimmung der Exponierungstemperaturen für mechanische Bauteile und Messgeräte.

7.1.4 Berechnungsdruck für das Kühlerbündel

7.1.4.1 ● Der Berechnungsdruck muss vom Besteller festgelegt werden; für den Fall, dass keine entsprechende Festlegung existiert, muss der Berechnungsdruck größer sein als

- a) der Eintrittsdruck plus 10 %;
- b) der Eintrittsdruck plus 170 kPa (25 psi).

7.1.5 Korrosionszuschlag

7.1.5.1 ▲ Für alle der Prozessflüssigkeit ausgesetzten Oberflächen muss ein vom Besteller festgelegter Korrosionszuschlag berücksichtigt werden; das gilt jedoch nicht für Rohre, Dichtungen oder Dichtungsauflegeflächen. Wenn keine entsprechende Festlegung existiert, muss für Teile aus unlegierten und niedriglegierten Stählen ein Korrosionszuschlag von mindestens 3 mm (1/8 in) vorgesehen werden.

7.1.5.2 Für Trennwände und Versteifungselemente muss an jeder Seite ein Korrosionszuschlag berücksichtigt werden.

7.1.5.3 An Deckeln mit Nut und an Rohrböden kann eine Dicke, die der Tiefe der Trennwand entspricht, als ausreichender Korrosionszuschlag angesehen werden.

7.1.6 Vorkammern

7.1.6.1 Allgemeines

7.1.6.1.1 ● Die Vorkammern müssen so konstruiert werden, dass keine Verwerfungen der Rohrböden und/oder Undichtheiten an den Rohrverbindungen auftreten. Bei Durchführung einer entsprechenden Untersuchung müssen die höchste Betriebstemperatur und extreme Abkühlungsbedingungen bei der niedrigsten Temperatur der Umgebungsluft berücksichtigt werden. Falls vom Besteller festgelegt, sind auch alternative Arbeitsgänge zu berücksichtigen, z. B. geringe Prozessströmung bei einer niedrigen Temperatur der Umgebungsluft, Gefrieren der Flüssigkeiten in den Rohren, Ausdämpfen, Ausfall der Lüfter durch Unterbrechung der Stromversorgung und periodisch wiederkehrende Beanspruchungen.

7.1.6.1.2 Falls die Temperaturdifferenz der Flüssigkeit zwischen dem Ein- und Austritt mehrgängiger Bündel 110 °C (200 °F) überschreitet, müssen U-Rohr-Konstruktionen, geteilte Vorkammern oder andere Verfahren angewendet werden, um die Behinderung der Ausdehnung zu verringern.

7.1.6.1.3 Die Verringerung einer Ausdehnungsbehinderung in mehrgängigen Bündeln muss unabhängig von der Temperaturdifferenz der Flüssigkeit zwischen Ein- und Austritt des Bündels untersucht werden. Der Konstrukteur muss Berechnungen durchführen, um die Eignung der Konstruktion nachzuweisen. Bei den Berechnungen müssen folgende Spannungs-kombinationen berücksichtigt werden:

Spannungen am Rohr und/oder an Rohrverbindungen:

- 1) Spannung, verursacht durch Druck und Temperatur;
- 2) Spannung, verursacht durch Kräfte und Momente am Stützen;
- 3) Spannung, verursacht durch unterschiedliche Rohrausdehnung (einschließlich der durch Bildung von Paraffinbelägen oder Fouling verursachten Spannung) zwischen den Reihen/Durchgängen in den Rohrschlängenquerschnitten;
- 4) Spannung, verursacht durch seitliche Bewegung der Vorkammer.

ANMERKUNG Einige der aufgeführten Spannungen sind additiv, und die Wirksamkeit der Rohrverbindungen muss berücksichtigt werden.

Für Spannungen an der Vorkammer und am Stützen:

- 1) Spannung, verursacht durch Druck und Temperatur;
- 2) Spannung, verursacht durch Kräfte und Momente am Stützen;
- 3) Spannung, verursacht durch seitliche Bewegung der Vorkammer;
- 4) Spannung, verursacht durch unterschiedliche Rohrausdehnung (einschließlich der durch Bildung von Paraffinbelägen oder Fouling verursachten Spannung) zwischen Reihen/Durchgängen in den Rohrschlängenquerschnitten.

ANMERKUNG Die Art der Anbringung des Stützens kann die Spannungen merklich beeinflussen.

Art der Anbringung von Vorkammern und Stützeinrichtungen (einschließlich der seitlich angebrachten Heizschlangen-Gestelle oder -mäntel und der Kühler-Grundkonstruktion):

- 1) Spannung, verursacht durch die Masse der Vorkammer und des Wassers;
- 2) Spannung, verursacht durch Kräfte und Momente am Stützen;
- 3) Spannung, verursacht durch seitliche Bewegung der Vorkammer;
- 4) Spannung, verursacht durch Rohrausdehnung.

ANMERKUNG Auf das Kühlerbündel können weitere Lasten und Spannungen wirken, die in dieser Auflistung nicht erfasst wurden (z. B. seismisch bedingte Lasten/Spannungen).

7.1.6.1.4 Die Vorkammern müssen so konstruiert werden, dass der Strömungsquerschnitt jedes Durchgangs mindestens so groß ist wie der Strömungsquerschnitt des entsprechenden Rohrdurchgangs.

7.1.6.1.5 Die Schiebengeschwindigkeit in der Vorkammer darf die Geschwindigkeit im Stützen nicht überschreiten. Möglicherweise werden mehrere Stützen oder eine größere Querschnittsfläche der Vorkammer benötigt.

7.1.6.1.6 Die Mindest-Nenndicke für die Bauteile der Vorkammer wird in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Mindest-Nenndicke für die Bauteile der Vorkammer

Bauteil	Mindestdicke	
	Unlegierter oder niedriglegierter Stahl	Hochlegierter Stahl oder sonstige Werkstoffe
Rohrboden	20 mm (3/4 in)	15 mm (5/8 in)
Stopfen-Boden	20 mm (3/4 in)	15 mm (5/8 in)
Obere, untere und seitliche Bleche	12 mm (1/2 in)	10 mm (3/8 in)
Abnehmbarer Deckel	25 mm (1 in)	22 mm (7/8 in)
Trennwände und Ankerbleche	12 mm (1/2 in)	6 mm (1/4 in)

ANMERKUNG In der angegebenen Dicke ist für Bauteile aus unlegiertem und niedriglegierten Stählen ein Korrosionszuschlag bis 3 mm (1/8 in) enthalten. In der Dicke, die für Bauteile aus hochlegierten Stählen oder aus sonstigen Werkstoffen angegeben wird, ist kein Korrosionszuschlag enthalten. Für die Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden gilt die Dicke für eine Walzverbindung mit Nut.

7.1.6.1.7 Trennwände, die als Ankerbleche für Rohrboden und Stopfen-Boden verwendet werden, müssen aus einem Stück hergestellt sein.

7.1.6.1.8 Es dürfen Vorkammern in anderen als in den in 7.1.6.2 oder 7.1.6.3 beschriebenen Ausführungen als alternative Möglichkeiten vorgesehen werden (siehe Abschnitt 12).

7.1.6.2 Vorkammern mit abnehmbaren Deckel und mit abnehmbarer Haube.

7.1.6.2.1 Bei der Ausführung mit Deckel muss dieser so abgenommen werden können, dass die Rohranschlüsse an der Vorkammer nicht beeinträchtigt werden. Im Bild 3 wird eine typische Kühlerbündel-Konstruktion gezeigt, bei der die Vorkammer einen abnehmbaren Deckel hat.

7.1.6.2.2 Bei der Ausführung mit Haube muss diese so abgenommen werden können, dass möglichst wenig Demontagearbeiten an den Rohranschlüssen an der Vorkammer anfallen. Im Bild 3 wird eine typische Kühlerbündel-Konstruktion gezeigt, bei der die Vorkammer eine abnehmbare Haube hat.

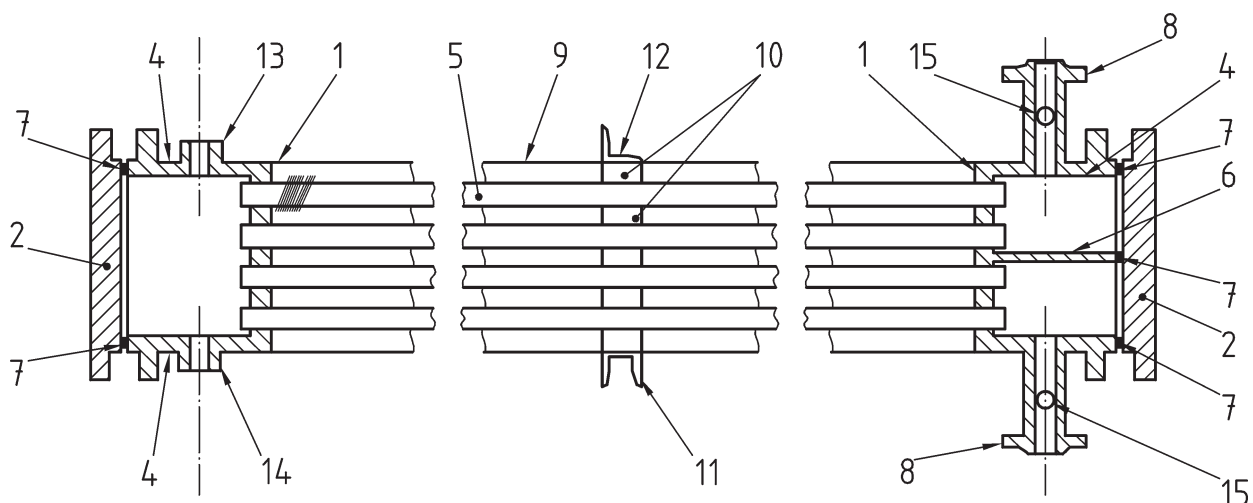
7.1.6.2.3 Besteller und Lieferer müssen vereinbaren, ob die Deckel mit Durchgangs- oder Stiftschrauben angebracht werden. Für die Schraubverbindungen müssen eingeschlossene Dichtungen oder nicht eingeschlossene vollflächige Dichtungen vorgesehen werden. Bild 4 zeigt typische Konstruktionen. Die gewünschte Ausführung muss bei Anfrage vom Besteller festgelegt werden.

7.1.6.2.4 Die Dichtungsauflageflächen an den Deckeln, an den Gegenflanschen des Vorkammerkastens und an den Rohrböden müssen bearbeitet werden. Die Oberflächenbeschaffenheit muss der jeweiligen Dichtungsart entsprechend ausgewählt werden (siehe Anhang A).

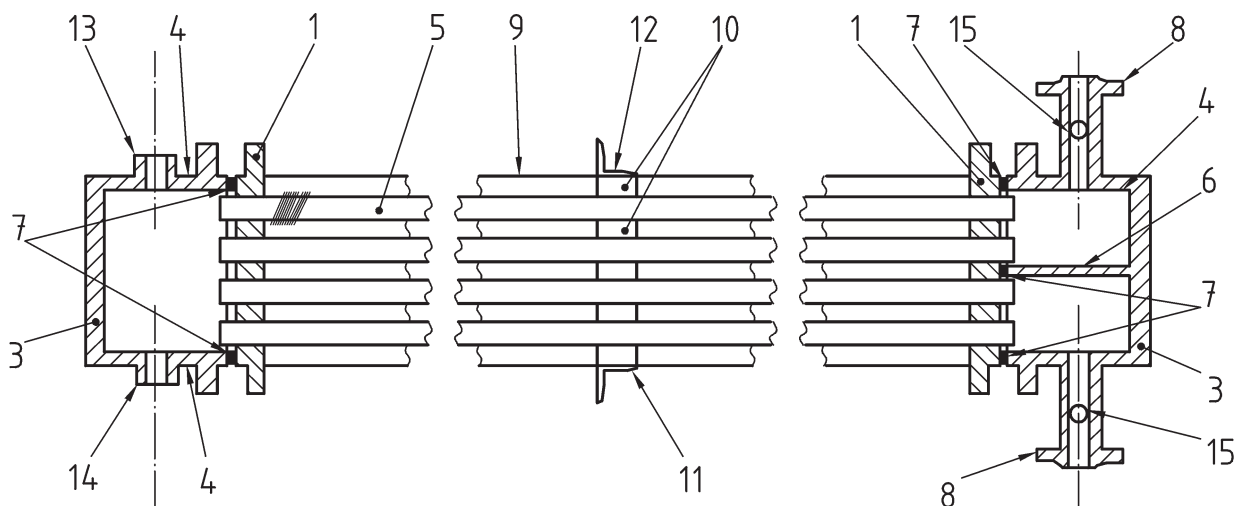
7.1.6.2.5 Um die Demontage zu erleichtern, müssen am Deckel entweder Hebeschrauben oder ein Mindestabstand von 5 mm (3/16 in) vorgesehen werden.

7.1.6.2.6 Es dürfen keine Ankerschrauben verwendet werden.

7.1.6.2.7 Es sollte darauf geachtet werden, dass eine Beschädigung der Stiftschrauben bei Handhabung des Deckels vermieden wird (z. B. durch Anwendung von Knebelkerbstiften).



a) Vorkammer mit abnehmbarem Deckel



b) Vorkammer mit abnehmbarer Haube

Legende

- 1 Rohrboden
- 2 Abnehmbarer Deckel
- 3 Abnehmbare Haube
- 4 Oberes und unteres Blech
- 5 Rohr
- 6 Trennwand
- 7 Dichtung
- 8 Stutzen
- 9 Seitliches Gestell oder Mantel
- 10 Rohrabstandshalter
- 11 Querträger für die Rohrstützen
- 12 Rohrhalterung
- 13 Entlüftungstutzen
- 14 Entleerungstutzen
- 15 Geräteanschluss

Bild 3 — Typische Kühlerbündel-Konstruktion mit Vorkammern mit abnehmbarem Deckel und abnehmbarer Haube

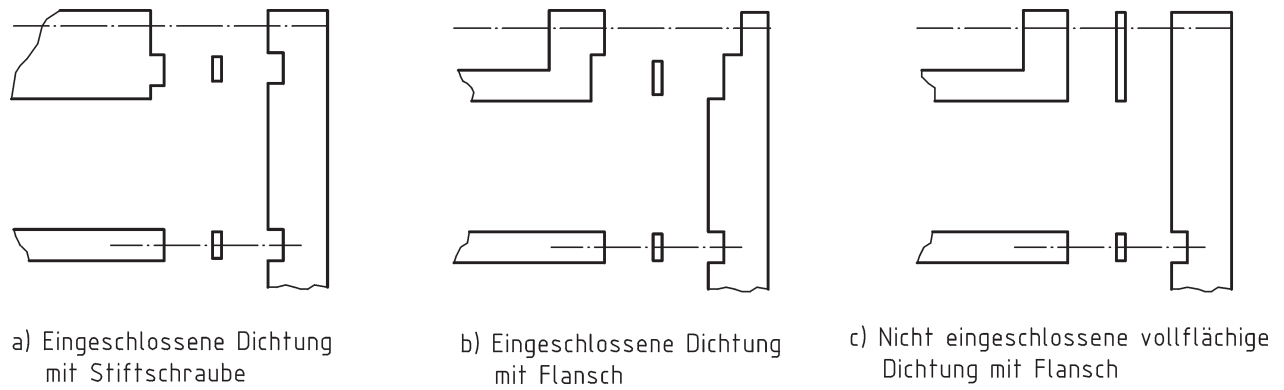


Bild 4 — Typische eingeschlossene und vollflächige nicht eingeschlossene Dichtungen

7.1.6.2.8 Die Stiftschrauben müssen einen Mindest-Nenndurchmesser von 20 mm (3/4 in) haben. Der Mindest-Nenndurchmesser der Durchgangsschrauben muss 16 mm (5/8 in) betragen.

7.1.6.2.9 Der maximale Abstand zwischen den Schraubenmitten muss der Druck-Berechnungs-Vorschrift entsprechen.

7.1.6.2.10 Die Mindestwerte für den Schraubenmittenabstand werden in Tabelle 2 angegeben.

7.1.6.2.11 Der Abstand zwischen den übereck angeordneten Schrauben muss so festgelegt werden, dass der diagonale Abstand zwischen den ecknächsten Schrauben kleiner ist als der kleinste Abstand entweder bis zu den Seitenkanten oder bis zum oberen/unteren Ende.

7.1.6.3 Vorkammern mit Stopfen

7.1.6.3.1 Um einen Rohrzugang zu ermöglichen, müssen für die Stopfen Gewindelöcher gegenüber den Rohrenden vorgesehen werden. In die Löcher muss über die volle Tiefe des Stopfen-Bodens oder, falls dieser Wert kleiner ist, über 50 mm (2 in) Gewinde eingeschnitten werden. Bild 5 zeigt die typische Konstruktion eines Kühlerbündels mit Stopfen-Vorkammern.

7.1.6.3.2 Die Stopfenlöcher müssen einen Durchmesser haben, der dem Nennaußendurchmesser des Rohres plus mindestens 0,8 mm (1/32 in) entspricht.

7.1.6.3.3 Die Dichtungsauflageflächen der Stopfenlöcher müssen angesenkt werden. Die Kanten der angesenkten Flächen müssen gratfrei sein.

7.1.7 Rohrzugang mittels Stopfen

7.1.7.1 Die Stopfen müssen mit Zylindergewinde und einem Ansatz versehen werden.

7.1.7.2 Hohle Stopfen dürfen nicht angewendet werden.

7.1.7.3 Die Stopfen müssen Sechskantköpfe haben. Die Mindest-Schlüsselweite muss mindestens dem Durchmesser des Ansatzes des Stopfens entsprechen.

7.1.7.4 Die Druckdichtheit muss durch eine Dichtung zwischen dem Flansch des Stopfens und dem Stopfen-Boden sichergestellt werden.

7.1.7.5 Formschlüssige Einrichtungen (z. B. ein selbstzentrierender Kegel) müssen vorgesehen werden, um den exakten Sitz der Dichtung in der angesenkten Vertiefung sicherzustellen.

Tabelle 2 — Mindestabstand der Schrauben

Schrauben-Nenndurchmesser	Mindestabstand zwischen den Schrauben
16 mm (5/8 in)	38 mm (1 1/2 in)
19 mm (3/4 in)	44 mm (1 3/4 in)
22 mm (7/8 in)	52 mm (2 1/16 in)
25 mm (1 in)	57 mm (2 1/4 in)
29 mm (1 1/8 in)	64 mm (2 1/2 in)
32 mm (1 1/4 in)	71 mm (2 13/16 in)
35 mm (1 3/8 in)	76 mm (3 1/16 in)
38 mm (1 1/2 in)	83 mm (3 1/4 in)
41 mm (1 5/8 in)	89 mm (3 1/2 in)
44 mm (1 3/4 in)	95 mm (3 3/4 in)
48 mm (1 7/8 in)	102 mm (4 in)
51 mm (2 in)	108 mm (4 1/4 in)

7.1.7.6 Die Stopfen müssen so lang sein, dass sie in das Gewinde im Stopfen-Boden mit einer Toleranz von $\pm 1,5$ mm (1/16 in) durchgängig eingreifen; diese Anforderung gilt nicht für zum Fressen neigende Werkstoffe oder, wenn die Nenndicke des Stopfen-Bodens mehr als 50 mm (1 1/4 in) beträgt; dann dürfen mit Zustimmung des Bestellers alternative Ausführungen angewendet werden. Bei Festlegung der Stopfen-Konstruktionen sind weitere Faktoren zu berücksichtigen, z. B. Beeinträchtigungen des Gewindeeingriffs, Erosion, Spaltkorrosion und das Zurückhalten von Flüssigkeiten in Hohlräumen.

7.1.7.7 Die Dicke des Stopfenkopfes muss von der Oberfläche der Dichtung bis zu Oberkante des Kopfes mindestens 50 % des Nenn-Außendurchmessers des Rohres betragen. Eine größere Dicke kann wegen der Druckauslegung und aus werkstoffspezifischen Gründen verlangt werden.

7.1.7.8 Stopfen mit Nenndurchmessern bis 30 mm (1 1/4 in) müssen mit Feingewinde versehen werden.

7.1.8 Dichtungen

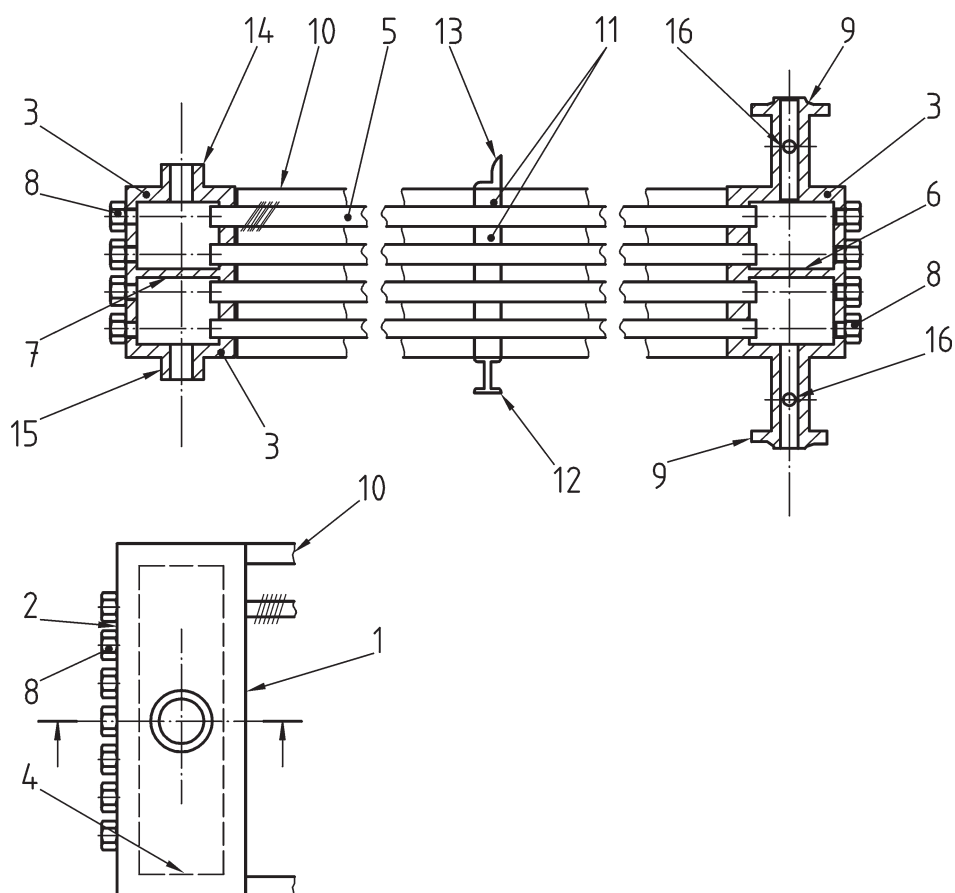
7.1.8.1 Die Dichtungen für die Stopfen müssen aus massivem Metall oder aus doppelwandigem, mit einem Füllmaterial versehenen Metall bestehen; die Dichtungswerkstoffe müssen der allgemeinen Werkstoffklassifikation entsprechen, die für den Stopfen gilt.

7.1.8.2 Die Dichtungen für die Stopfen müssen eben und gratfrei sein.

7.1.8.3 Die Mindestdicke der Stopfen-Dichtungen aus massivem Metall muss 1,5 mm (0,060 in) betragen.

7.1.8.4 Für Verbindungen der Ausführung A im Bild 4 müssen für Deckel und Hauben doppelwandige Metalledichtungen mit einem Füllmaterial verwendet werden. Das Füllmaterial muss asbestfrei und geeignet zur Abdichtung, beständig gegenüber den auftretenden Beanspruchungen und feuerfest sein.

7.1.8.5 Für Verbindungen der Ausführung B im Bild 4 müssen doppelwandige Metalledichtungen mit Füllmaterial oder (bei Berechnungsüberdrücken bis maximal 2 100 kPa [300 psi]) Dichtungen aus zusammengepressten Blechpaketen verwendet werden, die für den jeweiligen Einsatz geeignet sind. Die Dichtungen müssen asbestfrei und geeignet zur Abdichtung, beständig gegenüber den auftretenden Beanspruchungen und feuerfest sein.



Legende

- 1 Rohrboden
- 2 Stopfen-Boden
- 3 Oberes und unteres Blech
- 4 Seitliches Gestell oder Mantel
- 5 Rohr
- 6 Trennwand
- 7 Versteifungsblech
- 8 Stopfen
- 9 Stützen
- 10 Seitliches Blech
- 11 Rohrabstandshalter
- 12 Querträger für die Rohrstützen
- 13 Rohrhalterung
- 14 Entlüftungsstutzen
- 15 Entleerungsstutzen
- 16 Geräteanschluss

Bild 5 — Typische Konstruktion eines Kühlerbündels mit Stopfen-Vorkammern

7.1.8.6 Für Verbindungen der Ausführung C im Bild 4 dürfen Dichtungen aus zusammengepressten Blechpaketen bei Berechnungsüberdrücken bis maximal 2 100 kPa (300 psi) verwendet werden, die für den jeweiligen Einsatz geeignet sind. Die Dichtungen müssen asbestfrei und geeignet zur Abdichtung, beständig gegenüber den auftretenden Beanspruchungen und feuerfest sein.

7.1.8.7 Die Dicke der Dichtungen für abnehmbare Deckel und Hauben muss mindestens 9 mm (3/8 in) betragen.

7.1.8.8 Es müssen aus einem Stück gefertigte Dichtungen verwendet werden.

7.1.8.9 In A.8 werden Dichtungen ausführlicher behandelt.

7.1.9 Stutzen und andere Anschlüsse

7.1.9.1 Die Flansche müssen der Druck-Berechnungs-Vorschrift entsprechen.

7.1.9.2 An Rohre mit folgenden Nennweiten dürfen keine Anschlüsse angebracht werden: DN 10 (NPS 1/2), DN 32 (NPS 1 1/4), DN 65 (NPS 2 1/2), DN 90 (NPS 3 1/2) oder DN 125 (NPS 5).

7.1.9.3 Anschlüsse für Rohr-Nennweiten ab DN 40 (NPS 1 1/2) müssen mit einem Flansch versehen werden.

7.1.9.4 Bei Wasserstoff-Einsatz [d. h. wenn der Teildruck des Wasserstoffs größer als 700 kPa (100 psia) ist] müssen alle Anschlüsse mit einem Flansch versehen werden; Überschiebflansche dürfen nicht angewendet werden.

7.1.9.5 Falls bedingt durch die konstruktiven Anforderungen ein Flansch verlangt wird, der einer Auslegung für PN 150 (ANSI 900) oder Auslegungen für einen höheren Druck entspricht, müssen alle Anschlüsse mit einem Flansch versehen werden.

7.1.9.6 Die Mindestdicke für den Stutzenansatz für Flanschanschlüsse aus unlegiertem und niedrig-legiertem Stahl muss einschließlich des Korrosionszuschlags den Festlegungen entsprechen, die in Tabelle 3 angegeben werden.

Tabelle 3 — Mindestdicke für den Stutzenansatz

Rohr-Nennweite DN (NPS)	Mindestdicke für den Stutzenansatz mm (in)
15 (1/2)	4,78 (0,188)
20 (3/4)	5,56 (0,219)
25 (1/2)	6,35 (0,250)
40 (1)	7,14 (0,281)
50 (2)	8,74 (0,344)
80 (3)	11,13 (0,438)
100 (4)	13,49 (0,531)
150 (6)	10,97 (0,432)
200 (8)	12,70 (0,500)
250 (10)	15,09 (0,594)
300 (12)	17,48 (0,688)

ANMERKUNG Die Angaben wurden für Nennweiten bis DN 100 (NPS 4) nach Plan 160 und für größere Nennweiten nach Plan 80 aus ASME B36.10M entnommen.

7.1.9.7 ● Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, muss die Dichtfläche der Prozessflansche horizontal angeordnet werden.

7.1.9.8 Ein Flanschanschluss aus unlegiertem Stahl muss in einer der folgenden Ausführungen vorliegen:

- als geschmiedeter oder im Schleudergussverfahren hergestellter, aus einem Stück bestehender Vorschweißflansch;
- als ein Rohr, das an einen geschmiedeten oder im Schleudergussverfahren hergestellten Vorschweißflansch angeschweißt wird;
- als ein nahtloses Übergangsstück, das an einem geschmiedeten oder im Schleudergussverfahren hergestellten Vorschweißflansch angebracht wird;
- als ein gegossenes oder auf andere Weise vorgefertigtes Zwischenstück, falls vom Besteller genehmigt;
- als ein Rohr oder ein Zwischenstück, das an einen geschmiedeten Aufsteckflansch angeschweißt wird.

7.1.9.9 Wenn ein Zwischenstück verwendet wird, können möglicherweise Versteifungselemente, eine größere Dicke der Vorkammer oder eine größere Dicke des Stutzens verlangt werden, um eine ausreichende mechanische Festigkeit zu erreichen.

7.1.9.10 Außer bei Wasserstoffeinsatz (siehe 7.1.9.4) dürfen geschmiedete Aufsteckflansche aus unlegiertem Stahl an Anschlüssen an Vorkammern angewendet werden, wenn sie begrenzt sind auf:

- einen maximalen Berechnungsüberdruck von 2 100 kPa (300 psig);
- eine maximale Berechnungstemperatur von 450 °C (850 °F);
- einen für die jeweiligen Einsatzbedingungen maximalen Korrosionszuschlag von 3 mm (1/8 in).

7.1.9.11 Die Nennweite für Gewindeanschlüsse muss DN 25 (NPS 1) betragen, während für Anschlüsse von Druckmessgeräten eine Nennweite von DN 20 (NPS 3/4) verlangt wird.

7.1.9.12 Ein Gewindeanschluss muss in einer der folgenden, der Druck-Berechnungs-Vorschrift entsprechenden Ausführungen, vorliegen:

- a) als geschmiedetes Verbindungsstück, aus Stahl, mit vollständigem Gewinde an nur einem Ende und mit einer geeigneten Auslegung (z. B. ANSI B16.11, Klasse 6 000);
- b) als geschmiedetes Formstück aus Stahl mit angeschmiedeter Verstärkung;
- c) als Loch, das an den Enden mit Innengewinde versehen ist, für Entlüftungs- und Entleerungsstutzen, sofern die Dicke des Blechmantels der Vorkammer es erlaubt;
- d) als äquivalenter Warzen-Anschluss.

7.1.9.13 ▲ Wenn ein Anschluss für eine Temperaturmessung vorgesehen wird, muss er im Stutzen angeordnet werden, sofern der Stutzen nicht kleiner ist als DN 100 (NPS 4); in diesem Fall muss der Anschluss an der Vorkammer in der Nähe des Stutzens angebracht werden.

7.1.9.14 ▲ Wenn ein Anschluss für eine Druckmessung vorgesehen wird, muss er am Stutzen angeordnet werden, sofern der Stutzen nicht kleiner ist als DN 80 (NPS 3); in diesem Fall muss der Anschluss an der Vorkammer in der Nähe des Stutzens angebracht werden.

7.1.9.15 Die Rohre sind mit Kegelgewinde zu versehen (z. B. nach ANSI B1.20.1) und müssen der Druck-Berechnungs-Vorschrift entsprechen.

7.1.9.16 ● ▲ Größe, Art und Lage von Anschlüssen, die für eine Reinigung mit chemischen Mitteln vorgesehen sind, müssen vom Besteller festgelegt werden.

7.1.9.17 Falls vorgesehen, müssen Geräteanschlüsse in mindestens einem Eintritts- und einem Austrittsstutzen in jedem Bündel angeordnet werden; in den Zwischenstutzen übereinander angeordneter Bündel sind keine Geräteanschlüsse erforderlich.

7.1.9.18 Alle Rohr-Gewindeanschlüsse müssen mit einem Rundkopf-Stopfen verschlossen werden.

7.1.9.19 Weitere vorhandene Flanschanschlüsse müssen mit Blindflanschen verschlossen werden. Dichtungs- und Schraubenwerkstoffe müssen für die vorgesehenen Betriebsbedingungen geeignet sein.

7.1.9.20 Entlüftungs- und Entleerungsstutzen müssen an jeder Vorkammer jeweils an den höchsten bzw. niedrigsten Stellen vorgesehen werden. Stutzen an den höchsten und niedrigsten Stellen der Vorkammer dürfen zur Entlüftung und Entleerung verwendet werden. Entlüftungs- und Entleerungsstutzen dürfen nicht in den Innenraum der Vorkammer hineinragen.

7.1.9.21 Falls die Dicke der Vorkammer zu gering ist, um für Entlüftungs- und Entleerungsstopfen den Mindest-Gewindeeingriff zu ermöglichen, müssen Verbindungsstücke oder Verdickungswarzen vorgesehen werden.

7.1.9.22 Schrauben zwischen den Verbindungsstutzen übereinander angeordneter Bündel müssen auszuschrauben sein, ohne dass die Bündel bewegt werden.

7.1.10 Maximal zulässige Momente und Kräfte am Stutzen und an der Vorkammer

7.1.10.1 Alle Stutzen, die nicht mehr als zulässig korrodiert sind, müssen der gleichzeitigen Einwirkung von Momenten und Kräften standhalten können, die im Bild 6 und in Tabelle 4 angegeben werden.

7.1.10.2 Die Konstruktion von Vorkammern mit festen oder Schwimmkopfböden, die Konstruktion der Verbindungen von festen Vorkammerböden mit den seitlichen Gestellen oder Mänteln und die Konstruktion sonstiger Stützelemente muss sicherstellen, dass die gleichzeitige Aufbringung (Summe) aller Lasten auf den Stützen an einer einzigen Vorkammer keine Beschädigung bewirkt. Die Beanspruchungen der Bauteile des Stützens an einer einzigen Vorkammer dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

$$M_x \quad 6\,100 \text{ Nm (4\,500 lbf} \cdot \text{ft)}$$

$$M_y \quad 8\,130 \text{ Nm (6\,000 lbf} \cdot \text{ft)}$$

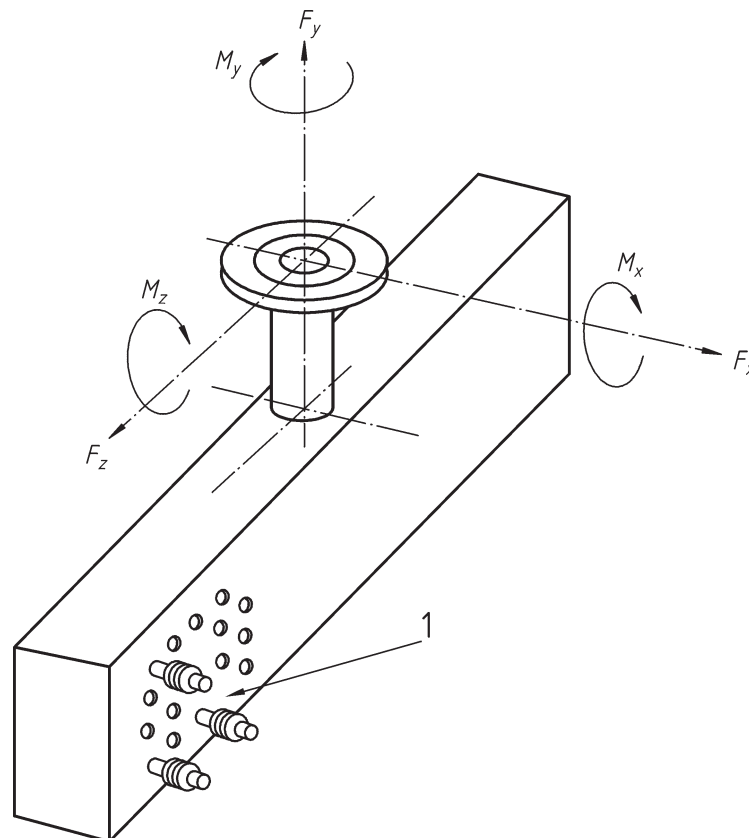
$$M_z \quad 4\,070 \text{ Nm (3\,000 lbf} \cdot \text{ft)}$$

$$F_x \quad 10\,010 \text{ N (2\,250 lbf)}$$

$$F_y \quad 20\,020 \text{ N (4\,500 lbf)}$$

$$F_z \quad 16\,680 \text{ N (3\,750 lbf)}$$

ANMERKUNG Die Aufbringung der in Tabelle 4 angegebenen Momente und Kräfte bewirkt eine Bewegung, die dazu führt, dass sich die Lasten auf die oben genannten Werte verringern.



Legende

1 Rippenrohre

Bild 6 — Lasten am Stützen

Tabelle 4 — Maximal zulässige Lasten am Stutzen

Stutzen- größe DN (NPS)	Momente Nm (lbf · ft)			Kräfte N (lbf)		
	M_x	M_y	M_z	F_x	F_y	F_z
40 (1 1/2)	110 (80)	150 (110)	110 (80)	670 (150)	1 020 (230)	670 (150)
50 (2)	150 (110)	240 (180)	150 (110)	1 020 (230)	1 330 (300)	1 020 (230)
80 (3)	410 (300)	610 (450)	410 (300)	2 000 (450)	1 690 (380)	2 000 (450)
100 (4)	810 (600)	1 220 (900)	810 (600)	3 340 (750)	2 670 (600)	3 340 (750)
150 (6)	2 140 (1 580)	3 050 (2 250)	1 630 (1 200)	4 000 (900)	5 030 (1 130)	5 030 (1 130)
200 (8)	3 050 (2 250)	6 100 (4 500)	2 240 (1 650)	5 690 (1 280)	13 340 (3 000)	8 010 (1 800)
250 (10)	4 070 (3 000)	6 100 (4 500)	2 550 (1 880)	6 670 (1 500)	13 340 (3 000)	10 010 (2 250)
300 (12)	5 080 (3 750)	6 100 (4 500)	3 050 (2 250)	8 360 (1 880)	13 340 (3 000)	13 340 (3 000)
350 (14)	6 100 (4 500)	7 120 (5 250)	3 570 (2 630)	10 010 (2 250)	16 680 (3 750)	16 680 (3 750)

7.1.10.3 Die auf alle Stutzen an einer Wärmetauschereinheit mit mehrgängigem Bündel wirkende Gesamtlast darf das 3fache der für eine einzige Vorkammer zulässigen Last nicht überschreiten.

7.1.10.4 Weitere Einzelheiten siehe 7.1.6.1.3.

7.1.11 Rohre

7.1.11.1 Der Außendurchmesser der zylindrischen Rohre sollte mindestens 25 mm (1 in) betragen.

7.1.11.2 ● Die maximale Rohrlänge muss vom Besteller festgelegt werden.

7.1.11.3 ▲ Die Wanddicke von Rohren mit einem Außendurchmesser von 25 mm (1 in) bis 38 mm (1 1/2 in) darf nicht kleiner sein als in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 — Mindestwanddicke der Rohre

Rohrwerkstoff	Mindestwanddicke
Unlegierter Stahl oder ferritischer niedriglegierter Stahl (maximal 9 % Chrom)	2,0 mm (0,083 in)
Hochlegierter (austenitischer, ferritischer und austenitisch-ferritischer [Duplex-]Stahl)	1,6 mm (0,065 in)
Nichteisenwerkstoffe	1,6 mm (0,065 in)
Titan	1,2 mm (0,049 in)

Für Rohre mit eingewalzten Rippen muss diese Dicke vom Nutgrund bis zur Innenwand gemessen werden.

ANMERKUNG Für bestimmte Rohranordnungen oder unter ungünstigen Einsatzbedingungen kann eine größere Wanddicke gefordert werden.

7.1.11.4 Rohre dürfen entweder nach der geringsten oder nach der mittleren Wanddicke geliefert werden, vorausgesetzt, die Wanddicke unterschreitet an keiner Stelle die in 7.1.11.3 festgelegten Werte.

7.1.11.5 ▲ Die Rohre dürfen berippt oder unberippt sein.

7.1.11.6 Für ein beripptes Rohr darf die gesamte unberippte Länge zwischen den Rohrböden nach dem Zusammenbau das 1,5fache der Dicke eines Rohrbodens nicht überschreiten.

7.1.11.7 Alle Rippenrohrausführungen müssen zwischen Besteller und Lieferer vereinbart werden. Der Lieferer muss nachweisen, dass die gelieferte Rohrausführung für die vorgesehenen Einsatzbedingungen geeignet ist (unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren, z. B. Wandtemperatur, periodisch wiederkehrende Beanspruchungen, Ausfall der Kühlung, Einfluss der Umgebungsbedingungen und aller festgelegten anormalen Betriebsbedingungen). Nachfolgend werden die verschiedenen Arten der üblicherweise verwendeten Rohrausführungen beschrieben:

- a) *Eingewalzte Rippen*, aus Aluminium, mit rechteckigem Querschnitt, unter Spannung spiralförmig auf die Außenfläche eines Rohres aufgebracht und mechanisch in eine Nut mit einer Tiefe von $0,25 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ ($0,010 \text{ Zoll} \pm 0,002 \text{ in}$) eingewalzt. Die Rohrwanddicke wird vom Nutgrund bis zum Innendurchmesser des Rohres gemessen. An jedem Rohrende muss das Rippenende so gesichert werden, dass ein Ablösen oder Abwickeln der Rippen verhindert wird; der Lieferer muss das zur Sicherung angewendete Verfahren angeben;
- b) *integrale Rippen (Flossenrippen)*, in ein Außenrohr aus Aluminium, das mechanisch mit einem Innen- oder Futterrohr verbunden ist, durch Strangpressen eingebracht;
- c) *überlappte L-Rippen*, aus Aluminium, unter Spannung auf die Außenfläche eines Rohres so aufgewickelt, dass das Grundrohr vollständig durch die überlappten Füße unter und zwischen den Rippen abgedeckt wird. An jedem Rohrende muss das Rippenende so gesichert werden, dass ein Ablösen oder Abwickeln der Rippen verhindert wird; der Lieferer muss das zur Sicherung angewendete Verfahren angeben;
- d) *L-Rippen*, aus Aluminium, unter Spannung auf die Außenfläche eines Rohres so aufgewickelt, dass das Grundrohr vollständig durch die Füße zwischen den Rippen abgedeckt wird. An jedem Rohrende muss das Rippenende so gesichert werden, dass ein Ablösen oder Abwickeln der Rippen verhindert wird; der Lieferer muss das zur Sicherung angewendete Verfahren angeben;
- e) *außen befestigte Rippen*, an der Rohraußenfläche durch Feuerverzinken, Hartlöten oder Schweißen angebracht;
- f) *Fächerrippen*, aus Aluminium, auf die Außenfläche eines Rohres durch das Aufwickeln einer L-Rippe unter Spannung aufgebracht, während der Rippenfuß gleichzeitig in die berippte Rohraußenfläche eingepresst wird. An jedem Rohrende muss das Rippenende so gesichert werden, dass ein Ablösen oder Abwickeln der Rippen verhindert wird; der Lieferer muss das zur Sicherung angewendete Verfahren angeben.

7.1.11.8 Für Rippen, die unter Spannung aufgewickelt oder eingewalzt wurden, muss die geringste Dicke des ab Lager vorrätigen Materials mindestens betragen:

- für Rippenhöhen unter 12 mm ($1/2 \text{ in}$): 0,35 mm (0,014 in);
- für Rippenhöhen über 12 mm ($1/2 \text{ in}$): 0,40 mm (0,016 in).

7.1.11.9 Die Abflachung im Bogen von U-Rohren darf 10 % des Nenn-Außendurchmessers des Rohres nicht überschreiten.

7.1.11.10 Die Mindestwanddicke des Rohres am U-Bogen muss nach folgender Gleichung errechnet werden:

$$t_b = \frac{t}{\left[1 + \frac{OD}{4R_m}\right]} \quad (1)$$

Dabei ist:

t_b die Mindestwanddicke des Rohres nach dem Biegen;

t die Wanddicke des Rohres vor dem Biegen;

OD der Nenn-Außendurchmesser des Rohres;

R_m der mittlere Radius des U-Bogens.

Die errechnete Dicke t_b darf die festgelegte Mindestwanddicke nicht unterschreiten.

7.1.11.11 Falls die U-Rohre aus Werkstoffen mit relativ geringer Kaltverfestigung und mit einer geeigneten Härte hergestellt werden, sollte die Verringerung der Rohrwanddicke beim Biegen 17 % des Nennwertes der ursprünglichen Rohrwanddicke nicht überschreiten.

7.1.11.12 U-Rohre aus Werkstoffen mit geringer Verformbarkeit oder aus Werkstoffen, die für eine Kaltverfestigung anfällig sind, können besondere Maßnahmen erfordern. Falls die Kaltverfestigung bei einigen Werkstoffen oder in bestimmten Umgebungen zu einer Versprödung oder Anfälligkeit für Spannungskorrosion führt, sollte eine Wärmebehandlung durchgeführt werden.

7.1.11.13 ● Nach entsprechender Vereinbarung mit dem Besteller dürfen elliptische Rohre angewendet werden. Weitere Informationen zu elliptischen Rohren können in A.1.4 nachgeschlagen werden.

7.2 Luftseitige Konstruktion

7.2.1 Allgemeines

7.2.1.1 ● Auf das luftseitige Verhalten eines luftgekühlten Wärmetauschers wirken mehrere Faktoren, z. B. Wetter, Terrain, Aufstellung und das Vorhandensein benachbarter Gebäude und Einrichtungen. Der Besteller muss dem Lieferer alle Umweltdaten mitteilen, die für die Konstruktion des Wärmetauschers sachdienlich sind. Diese Faktoren sind bei Konstruktion der Luftseite zu berücksichtigen.

7.2.1.2 Die Notwendigkeit zur Steuerung des Luftstroms muss vom Besteller auf der Basis spezifischer Prozess-Betriebsanforderungen unter Berücksichtigung der Witterungseinflüsse festgelegt werden. Es gibt verschiedene Verfahren zur Luftstromsteuerung. Die Auswahl des Verfahrens hängt vom Grad der verlangten Steuerung, der Antriebsart, der Kraftübertragung, der Anordnung der Steuereinrichtung und von ökonomischen Faktoren ab. Zu den verschiedenen Verfahren gehören eine einfache Zweipunktregelung durch Ein- und Ausschalten, eine stufenweise Zweipunktregelung (für mehrere Antriebseinheiten), eine Steuerung durch zwei unterschiedliche Motordrehzahlen, durch Antriebe mit veränderlicher Drehzahl, durch Steuerung der Lüftersteigung, durch manuell oder automatisch Betätigung der Jalousien und durch Luftumlauf.

7.2.1.3 Die Lüfterauswahl unter Berücksichtigung der konstruktiven Bedingungen muss sicherstellen, dass der Lüfter bei Nenndrehzahl durch eine Vergrößerung des Schaufelwinkels eine 10%ige Steigerung des Luftstroms bei entsprechendem Druckanstieg bewirken kann. Weil diese Anforderung dazu dient, einen Stillstand und einen ineffizienten Betrieb des Lüfters zu verhindern, sollten die resultierenden höheren Energieanforderungen akzeptiert werden.

7.2.1.4 Der Lieferer kann die Berechnungstemperaturen für exponierte mechanische Bauteile mit Hilfe von herkömmlichen Wärmeübergangsanalysen einschätzen; die voraussichtlichen Werte muss er dem Besteller zur Genehmigung vorlegen. Alternativ dürfen diese Temperaturen nach folgenden Verfahren eingeschätzt werden:

a) Die Berechnungstemperatur für exponierte mechanische Bauteile sowie Messgeräte, die über dem Kühlerbündel angeordnet sind, muss gleich oder größer sein als:

- 1) die maximale Prozess-Eintrittstemperatur abzüglich 60 °C (100 °F) (die maximale Prozess-Eintrittstemperatur ist nicht die Berechnungstemperatur für mechanische Belastung);

- 2) die Temperatur beim Eintritt in die Heizschlangen abzüglich 60 °C (100 °F) (die Heizschlangen-Eintrittstemperatur ist nicht die Berechnungstemperatur für die mechanische Belastung der Heizschlange);
- 3) die oben angegebenen Eintrittstemperaturen abzüglich 30 °C (50 °F) für Wärmetauschereinheiten mit Abluft-Jalousien, automatisch verstellbaren Lüftern oder Lüftermotoren mit zwei Drehzahlen.

In keinem Fall darf die niedrigste Berechnungstemperatur kleiner sein als die Berechnungstemperatur des trockenen Thermometers.

b) Die Berechnungstemperatur für mechanische Bauteile und Messgeräte, die unter dem Kühlerbündel angeordnet sind, muss gleich oder größer sein als:

- 1) die maximale Prozess-Eintrittstemperatur abzüglich 120 °C (200 °F) (die maximale Prozess-Eintrittstemperatur ist nicht die Berechnungstemperatur für mechanische Belastung);
- 2) die Temperatur beim Eintritt in die Heizschlange abzüglich 120 °C (200 °F) (die Heizschlangen-Eintrittstemperatur ist nicht die Berechnungstemperatur für die mechanische Belastung der Heizschlange);
- 3) die oben angegebenen Eintrittstemperaturen abzüglich 60 °C (100 °F) für Wärmetauschereinheiten mit Abluft-Jalousien, automatisch verstellbaren Lüftern oder Lüftermotoren mit zwei Drehzahlen.

Für jede Bündel-Baugruppe mit Luftumlaufsystemen müssen die Berechnungstemperaturen für alle Betriebsarten (Inbetriebnahme, üblicher Betrieb, Außerbetriebnahme, Energieausfall, stagnierender Luftstrom, Ausfall eines Lüfters usw.) untersucht werden.

7.2.2 Lärm-Schutz-Überwachung

7.2.2.1 ● Für Wärmetauscher, die unter festgelegten Einsatzbedingungen betrieben werden, deren Lüfter mit der zulässigen Drehzahl umlaufen und die durch die zulässige Steigung gekennzeichnet sind, müssen vom Besteller folgende Grenzwerte für die Lärmemission festgelegt werden:

- a) Werte für den Schalldruckpegel (SPL) jedes Lüfters an dem vom Besteller angegebenen Standort;
- b) Werte für den Schallleistungspegel (PWL) jedes Lüfters.

ANMERKUNG Im Anhang B wird ein typisches Lärm-Schutz-Datenblatt angegeben.

Der Lieferer muss für die jeweilige Einrichtung, unter Berücksichtigung aller relevanten Informationen, die Schallleistungs- und -druckpegel angeben, z. B. am Lufteintritt (Art und Maße des aufgeweiteten Bereichs oder des Ansaugtrichters), Behinderungen usw. Für die Lüfter müssen Antrieb, Drehzahlsteller usw. angegeben werden.

7.2.2.2 Die erforderlichen Lärmdaten sind mit folgender Priorität zu ermitteln:

- a) Tatsächliche Prüfung einer repräsentativen Wärmetauschereinheit, die entweder in einer Betriebsanlage oder in einer Umgebung installiert ist, in der es keine anderen Lärmquellen gibt (Prüfung im Werk oder auf dem Ölfeld);
- b) Bestimmung der Lärmdaten durch Prüfung einer vergleichbaren Einrichtung und Anpassung der Daten an die Größen und Betriebsbedingungen der tatsächlich zu untersuchenden Einrichtung. Sowohl die gemessenen als auch die korrigierten Daten müssen angegeben werden.

7.2.2.3 Das Verfahren zur Lärmbestimmung muss ISO 3744 entsprechen; die Schallleistungspegel sind nach dem Halbkugelverfahren zu ermitteln.

7.2.3 Lüfter und Lüfternaben

7.2.3.1 ● Für jede Wärmetauschereinheit müssen zwei oder mehrere Lüfter vorgesehen werden, die entlang der Rohrlänge hintereinander angeordnet sind; auf Vereinbarung mit dem Besteller darf auch nur ein Lüfter angewendet werden.

7.2.3.2 Es müssen Axiallüfter verwendet werden.

7.2.3.3 Jeder Lüfter muss so bemessen werden, dass die von ihm eingenommene Fläche mindestens 40 % der Fläche des ihm zugeordneten Bündels beträgt.

7.2.3.4 Jeder Lüfter muss so angeordnet werden, dass sein Abdeckungswinkel an der Bündel-Mittellinie höchstens 45° beträgt; siehe Bild 7.

7.2.3.5 ● Die Spitzengeschwindigkeit einer Lüfterschaufel darf den maximalen Wert nicht überschreiten, der vom Hersteller des Lüfters für die ausgewählte Lüfterart festgelegt wird. Die Spitzengeschwindigkeit der Lüfterschaufel darf 60 m/s (12 000 ft/min) nicht überschreiten, sofern mit dem Besteller nicht anders vereinbart. In keinem Fall darf die Spitzengeschwindigkeit der Lüfterschaufel 80 m/s (16 000 ft/min) überschreiten. Lärmbegrenzungen können geringere Geschwindigkeiten erfordern.

7.2.3.6 Für den radialen Abstand zwischen der Spitze der Lüfterschaufel und dem Lüfterring gelten folgende Werte:

Tabelle 6 — Radiale Abstände

Lüfterdurchmesser		Radialer Abstand	
m	(ft)	min.	max.
$\geq 1,0 \leq 3,0$	$(\geq 3 \leq 9)$	6 mm (1/4 in)	13 mm (1/2 in)
$\geq 3,0 \leq 3,5$	$(> 9 \leq 11)$	6 mm (1/4 in)	16 mm (5/8 in)
$> 3,5$	(> 11)	6 mm (1/4 in)	19 mm (3/4 in)

7.2.3.7 Auswechselbare Lüfterschaufeln müssen bezüglich ihres Drehmomentes mit einer Original-Schaufel ausgewuchtet werden.

7.2.3.8 Jede Lüfter-Baugruppe muss nach einem der folgenden Verfahren ausgewuchtet werden:

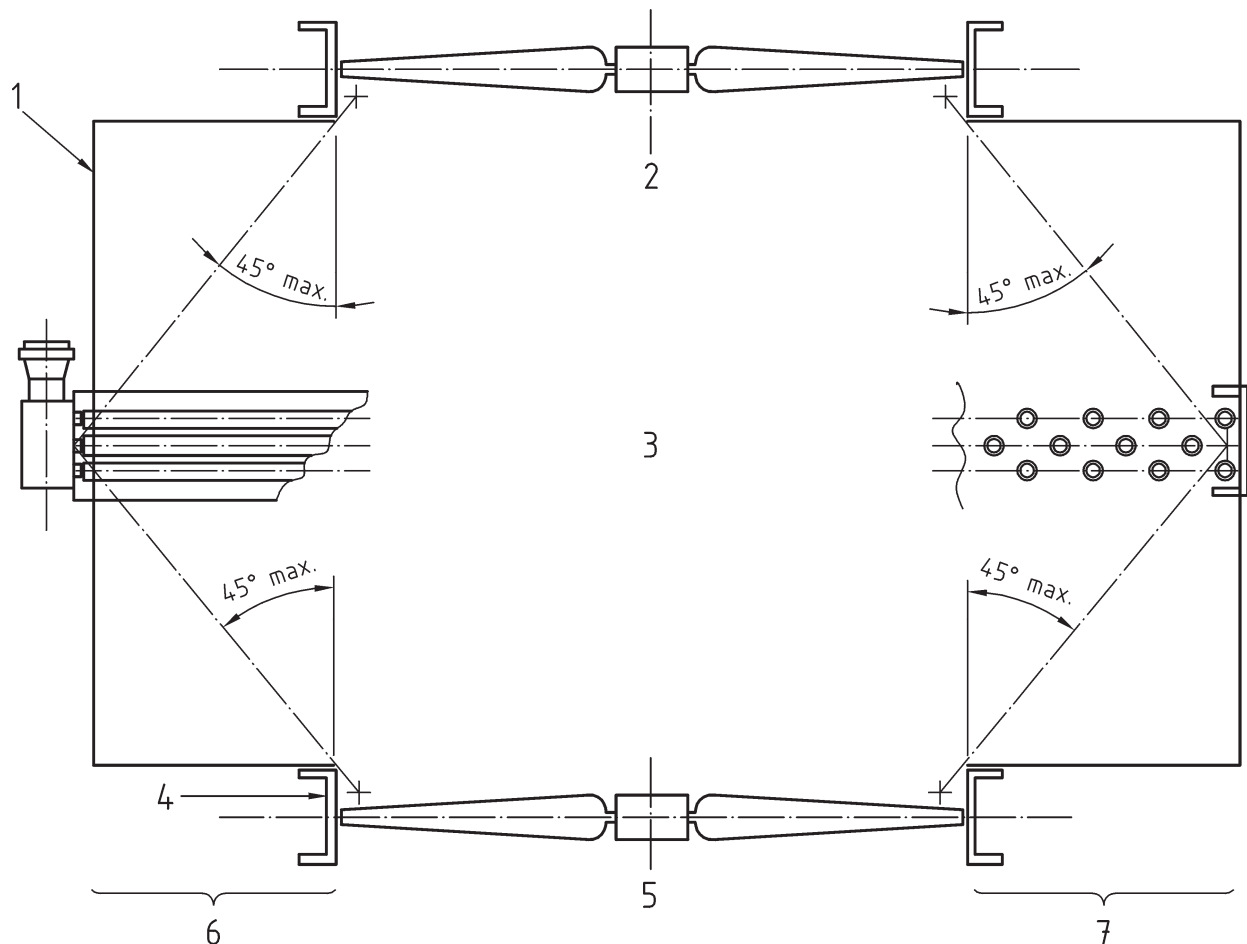
- dynamische Auswuchtung der gesamten Lüfter-Baugruppe;
- dynamische Auswuchtung der Lüfternabe und statische Auswuchtung des Drehmoments der Schaufeln.

7.2.3.9 Die Lüfter-Baugruppe muss so konstruiert werden, dass an der Nabe ein nur geringer Gegen-Luftstrom auftritt.

7.2.3.10 ▲ Für Lüfter, die einen 1,5 m (5 ft) überschreitenden Durchmesser haben, müssen die einzelnen Lüfterschaufeln zur Veränderung der Lüftersteigung manuell verstellbar sein. Eine automatische Verstellung der Lüftersteigung muss nach den Festlegungen des Bestellers erfolgen.

7.2.3.11 Lüfter, die mit pneumatisch betätigten, automatisch gesteuerten Schaufeln zur Verstellung der Lüftersteigung ausgestattet sind, müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Wenn ein einziges Steuergerät mehr als eine Stelleinrichtung bedient, muss der Besteller, um eine Wartung zu ermöglichen, in der Steuersignalleitung jeder Stelleinrichtung ein Trennventil vorsehen;
- die pneumatische Stelleinrichtung darf mit einem Stellglied oder einem Vor-Relais ausgerüstet werden;
- falls vorgesehen, darf das Stellglied oder das Vor-Relais so konstruiert werden, dass es durch ein Steuersignal bei einem Überdruck von 20 kPa bis 100 kPa (3 psig bis 15 psig) betätigt wird. Jede Veränderung der Steuerluft muss eine entsprechende Veränderung der Lüftersteigung bewirken. Der Betriebsbereich des Stellgliedes muss so eingestellt werden, dass die erreichte maximale Steigung der ausgewählten berechneten Winkeleinstellung der Schaufeln entspricht. Der Lüfterhersteller muss Anschläge für die maximale und die minimale Schaufelsteigung vorsehen. Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, muss der Luftstrom bei der kleinsten Schaufelsteigung nahezu Null betragen;



Legende

- 1 Luftkasten
- 2 saugend installierter Lüfter
- 3 Mittellinie des Kühlerbündels
- 4 Lüfterring
- 5 drückend installierter Lüfter
- 6 Seitenansicht
- 7 Vorderansicht

Bild 7 — Lüfter-Abdeckungswinkel

d) der Lieferer muss einen flexiblen Rohranschluss mit einer Länge von etwa 300 mm (12 in) vorsehen, um die Steuerluft-Leitung des Bestellers anschließen zu können. Die Rohrleitung muss die Verbindung zu einem biegesteifem Rohr aus Stahl oder einer geeigneten Legierung herstellen, das außerhalb des Lüfter-Gehäuses endet. Ein Formstück für den Anschluss an die Steuerluft-Leitung des Bestellers muss einen Durchmesser von DN 8 (NPS 1/4) haben. Die Rohre müssen Kegelgewinde haben;

e) ▲ der Besteller muss die Änderung der Richtung der Lüftersteigung bei Ausfall der Steuerluft festlegen.

7.2.3.12 Bei der Konstruktion von Lüfternaben und automatisch gesteuerten Lüfter-Baugruppen mit zu schmierenden Verbindungen muss darauf geachtet werden, dass der laufende Schmieraufwand durch Anwendung von Lagern, die keine regelmäßige Nachschmierung erfordern, verringert wird.

7.2.3.13 Die Betriebskennlinie des Lüfters muss Angaben zum statischen oder zum Gesamtdruck, zum Durchsatz, zur Schaufelsteigung und zur Antriebsleistung am Eingang der Lüfterwelle für die in Tabelle 7 angegebenen genormten Bedingungen für trockene Luft enthalten. Der Betriebspunkt und die Leistung für bestimmte Auslegungsbedingungen müssen aus der Betriebskennlinie des Lüfters zu entnehmen sein.

Tabelle 7 — Genormte Bedingungen für trockene Luft

Temperatur des trockenen Thermometers	21,1 °C (70 °F)
Druck	101,3 kPa (29,92 in Quecksilbersäule)
Dichte	1,2 kg/m ³ (0,075 lbs/ft ³)

7.2.3.14 Die Eigenfrequenz des Lüfters oder der Lüfterbauteile darf nicht der Durchgangsfrequenz der Schaufeln innerhalb von 10 % entsprechen. Die Schaufel-Durchgangsfrequenz (in Durchgängen je Sekunde) ist gleich der Schaufelanzahl, multipliziert mit der Drehzahl des Lüfters (in Umdrehungen je Sekunde).

ANMERKUNG Durch Schlupf von Riementrieben, geringe Netzspannung oder Steuerung durch veränderliche Lüfterdrehzahlen können Lüfterdrehzahlen unterhalb der Berechnungswerte auftreten. Falls die Schaufel-Durchgangsfrequenz die Eigenfrequenz des Lüfters oder des Lüfterbauteils überschreitet, muss der Einfluss dieser Faktoren berücksichtigt werden.

7.2.3.15 Lüfterschaufeln, -naben und Abstandshalter für die Schaufeln dürfen sowohl beim stillstehenden als auch beim umlaufenden Lüfter keinen Temperaturen ausgesetzt werden, die über den vom Hersteller für den Betrieb empfohlenen Grenztemperaturwerten liegen. Falls Werte von 105 °C (220 °F) für nichtmetallische Bauteile oder von 145 °C (290 °F) für metallische Bauteile überschritten werden, sollte der Besteller die Anwendung von Sonderwerkstoffen und/oder besonderen Gestaltungsmerkmalen in Betracht ziehen. Verstellbare Lüfterbauteile können die zulässige Exponierungstemperatur weiter einschränken; siehe 7.2.3.16.

7.2.3.16 Der Einsatz der üblicherweise für verstellbare Lüfterbauteile angewendeten elastomeren Werkstoffe wird auf die in Tabelle 8 festgelegten maximalen Exponierungstemperaturen eingeschränkt.

Tabelle 8 — Maximale Exponierungstemperatur für elastomere Werkstoffe

Für Stalleinrichtungen mit druckluftbetätigter Membran	105 °C (225 °F)
Für pneumatische Stellglieder	80 °C (180 °F)
Für umlaufende Verbindungsteile	120 °C (250 °F)

Höhere Exponierungstemperaturen erfordern den Einsatz geeigneter Werkstoffe und die Zustimmung des Bestellers.

7.2.4 Lüfterwellen und -lager

7.2.4.1 Wälzlager müssen eine errechnete nominelle Lebensdauer L_{10} von 50 000 Stunden bei maximaler Belastung und bei einer Drehzahl nach ISO 281 und/oder ISO 76 haben, wobei L_{10} die Anzahl Stunden bei Nennbelastung des Lagers und bei der Nenndrehzahl ist, die 90 % einer Serie von gleichen Lagern erreichen oder überschreiten, bevor erste Anzeichen für ein Versagen auftreten.

7.2.4.2 Bei Konstruktion der Lager müssen Dichtungen vorgesehen werden, um Schmiermittelverlust und das Eindringen von Fremdstoffen zu vermeiden.

7.2.4.3 Der Durchmesser der Lüfterwelle und die zugehörigen Lager müssen aneinander angepasst werden. Die Bemessung der Lager erfolgt nach 7.2.4.1.

7.2.4.4 Die Beanspruchungen der Lüfterwelle dürfen die in AGMA 6001 angegebenen Werte nicht überschreiten.

7.2.4.5 Lüfterwellen müssen Keilnuten und Passungen nach ISO 2491 und ISO 286 (Toleranz N8) und ISO/R 775 haben.

7.2.4.6 Bei Exponierungstemperaturen über 130 °C (260 °F) müssen für die Lager der Lüfter besondere Gestaltungsmöglichkeiten vorgesehen werden, z. B. Hochtemperatur-Dichtungen, Maßnahmen zur Hitzestabilisierung, Abstandshalter oder modifizierte Abstände im Innenbereich. Die Schmiermittel müssen für die Berechnungstemperatur zuzüglich der Temperatur geeignet sein, die durch Reibung und Belastung auftritt.

7.2.5 Schmiereinrichtungen

Die Schmierstutzen müssen außerhalb der Lüfterhaube angeordnet werden, um eine Fettschmierung der Lüfterwellen-Lager ohne Ausschalten des Lüfters zu ermöglichen. Zur Fettschmierung müssen Rohrleitungen aus nichtrostendem Stahl mit einem Außendurchmesser von mindestens 6 mm (1/4 in) verwendet werden. Die Schmierstutzen müssen vom Erdboden oder von Arbeitsbühnen aus erreichbar sein. Die Fettschmierungs-Leitungen sollten eine möglichst geringe Länge haben.

7.2.6 Lüfterhauben

7.2.6.1 Für Wärmetauscher mit drückend installiertem Lüfter müssen abnehmbare Lüfterhauben vorgesehen werden.

7.2.6.2 Die Werkstoffe für Lüfterschaufeln und Lüfterhauben müssen funkensicher sein.

7.2.6.3 Für Streckmetall, das für Lüfterhauben verwendet wird, darf eine Nenn-Maschenweite von 50 mm (2 in) nicht überschritten werden.

7.2.6.4 Die Mindestdicke des Streckmetalls muss Tabelle 9 entsprechen.

Tabelle 9 — Mindestdicke des Streckmetalls für Lüfterhauben

Nenngröße	Mindestdicke
40 mm (1 1/2 in)	2 mm (0,070 in)
50 mm (2 in)	3 mm (0,110 in)

7.2.6.5 Die Öffnungen in dem für Lüfterhauben verwendeten gewebten oder geschweißten Streckmetall-Gitter dürfen eine mittlere Fläche von 2 600 mm² (4 in²) nicht überschreiten, wenn der Drahtabstand in beiden Richtungen größer als 25 mm (1 in) ist.

7.2.6.6 Die Drahtdicke muss für geschweißte oder gewebte Streckmetall-Gitter mindestens 2,8 mm (BWG 12: 0,109 in) betragen.

7.2.6.7 Bei der Konstruktion der Lüfterhauben müssen Versteifungselemente vorgesehen werden, die den Bruch von Befestigungselementen verhindern und sich unter einer auf einer Fläche von 0,1 m² (1 ft²) punktförmig angreifenden Einzellast von 1 000 N (200 lbs) maximal um $L/90$ durchbiegen dürfen, wobei L die Länge zwischen den Auflagepunkten des Versteifungselementes ist.

7.2.6.8 Der Abstand zwischen Lüfterhaube und Lüfterschaufeln muss bei maximaler Schaufelsteigung mindestens 150 mm (6 in) oder, falls das der kleinere Wert ist, das 6fache des kleineren Maßes der Öffnung im Streckmetall-Gitter betragen.

7.2.6.9 Die Abstände zwischen Lüfterhaube und anderen Einrichtungen oder zwischen verschiedenen Teilen der Lüfterhaube dürfen 13 mm (1/2 in) nicht überschreiten.

7.2.7 Antriebe

7.2.7.1 Allgemeines

7.2.7.1.1 ● Der Besteller muss die Art des Antriebssystems und den Lieferumfang festlegen.

7.2.7.1.2 Bei Antrieben mit Elektromotor muss die an der Motorwelle verfügbare Wellen-Nennleistung dem größeren der Glieder auf den rechten Seiten der folgenden Gleichungen entsprechen. Bei Dampfturbinenantrieben muss die Wellen-Nennleistung an der Turbinenkupplung dem größeren der folgenden Werte entsprechen:

$$P_{dr} \geq 1,05 (P_{f1}/E_m)$$

$$P_{dr} \geq 1,10 (P_{f2})$$

Dabei ist:

P_{dr} die Wellen-Nennleistung des Antriebs;

P_{f1} die Wellenleistung des Lüfters bei der festgelegten kleinsten Berechnungstemperatur für eine Einstellung des Schaufelwinkels entsprechend der Berechnungstemperatur des trockenen Thermometers;

E_m der mechanische Wirkungsgrad unabhängiger Kraftübertragungseinrichtungen;

P_{f2} die Wellenleistung des Lüfters bei der Berechnungstemperatur des trockenen Thermometers.

Sofern nicht anders festgelegt, gelten diese Anforderungen für feste Steigungen, veränderliche Steigungen und veränderliche Lüfterdrehzahlen.

7.2.7.2 Antriebe mit Elektromotor

7.2.7.2.1 ● Als Elektromotoren müssen 3-phasige, vollständig umschlossene, durch einen Lüfter gekühlte Motoren verwendet werden, die für den Betrieb in petrochemischen Anlagen geeignet sind; sie müssen bei Netzspannung zu starten sein, eine vollständige Phasenumkehr und Dauerbetrieb ermöglichen sowie für eine Temperatur von 80 °C (140 °F) und einen Temperaturanstieg auf 40 °C (104 °F) über dem auf dem Typenschild angegebenen Wert für die Umgebungstemperatur ausgelegt sein. Der Besteller muss Spannung und Frequenz, die jeweils zutreffende Motorspezifikation sowie die Einteilungen in Gefährdungs-, Temperatur- und Isolationsklassen festlegen.

7.2.7.2.2 Der Hersteller des Motors muss darüber informiert werden, dass der Motor für einen luftgekühlten Wärmetauscher und für den Betrieb im Freien ohne Schutz gegen Witterungseinflüsse vorgesehen ist. Falls der Motor vertikal anzuordnen ist, muss der Hersteller schriftlich bestätigen, dass der Motor für vertikalen Betrieb, mit Welle nach oben oder nach unten, geeignet ist.

7.2.7.2.3 Wenn vom Besteller nicht anders festgelegt, müssen die Motorgehäuse aus Gussstahl oder korrosionsbeständigem Gusseisen bestehen und angegossene Stützfüße haben.

7.2.7.2.4 Bei der zulässigen Motorbelastung darf der Betriebsbeiwert nicht berücksichtigt werden.

7.2.7.2.5 Die Motoren müssen fettgeschmierte Lager haben, die für eine nominelle Lebensdauer L_{10} von mindestens 40 000 Stunden unter Dauerbetrieb bei Nennlast und Nenndrehzahl (Definition für L_{10} siehe 7.2.4.1) ausgelegt sind. Falls der Motor vertikal zu installieren ist, müssen das Schmiersystem für die Lager und die Dichtungen für einen vertikal eingebauten Motor geeignet sein.

7.2.7.2.6 Falls der Motor mit der Welle nach oben eingebaut wird, muss die Riemenscheibe so konstruiert werden, dass sich kein Wasser ansammeln und an der Motorwelle entlangfließen kann, während sich der Motor im Leerlauf oder in Betrieb befindet. Alternativ darf ein externer konischer Anschlag an der Welle angebracht werden, um zu verhindern, dass Wasser an der Welle ins Gehäuse eindringt.

7.2.7.2.7 Die in die luftgekühlten Wärmetauscher eingebauten Motore müssen am niedrigsten Punkt des Gehäuses mit einem Entwässerungsstutzen ausgerüstet sein.

7.2.7.2.8 Bei Auslegung herkömmlicher Motore wird davon ausgegangen, dass eine Umgebungstemperatur von 40°C (104°F) und eine Höhe über Normalnull von 1 000 m (3 280 ft) nicht überschritten wird. Höhere Temperaturen und/oder größere Höhen über Normalnull (die zu einer Verringerung der Luftdichte führen) können eine verbesserte Isolation oder größere Gehäuse erforderlich machen. Falls der Motor unter schwierigeren als den erwähnten üblichen Betriebsbedingungen eingesetzt werden muss, ist der Motor-Hersteller entsprechend zu informieren.

7.2.7.2.9 Falls vom Besteller festgelegt, muss eine selbsteinrückende Bremseinrichtung vorgesehen werden, um eine durch Saugzug verursachte Drehung des im Leerlauf befindlichen Lüfters und des angeschlossenen Antriebs in die entgegengesetzte Richtung zu verhindern

7.2.7.3 Antriebssysteme mit veränderlicher Drehzahl

Die Anforderungen an Antriebssysteme mit veränderlicher Drehzahl (VSDS) müssen zwischen Besteller und Lieferer vereinbart werden.

7.2.7.4 Dampfturbinenantriebe

Dampfturbinenantriebe müssen ISO 10436 entsprechen.

7.2.8 Kupplungen und Kraftübertragungseinrichtungen

7.2.8.1 Allgemeines

7.2.8.1.1 Durchführungsstücke und Kupplungen müssen entweder eine Kegelschlitzpassung oder eine Rundpassung haben und verkeilt werden.

7.2.8.1.2 Bei Dauerbetrieb muss die Nennleistung der Bauteile von Kraftübertragungseinrichtungen mindestens gleich der Nennleistung des aktuellen Antriebs multipliziert mit dem Betriebsbeiwert des jeweiligen Bauteils sein.

7.2.8.1.3 Kupplungen für Lüfter- und Getriebewellen müssen schmierungsfrei sein und einen Betriebsbeiwert von mindestens 1,5 haben.

7.2.8.1.4 Freiliegende bewegliche Teile müssen mit trennenden Schutzvorrichtungen nach 7.2.8.4 ausgerüstet werden.

7.2.8.1.5 Bild 8 zeigt die üblichen Einbaumöglichkeiten für Antriebe.

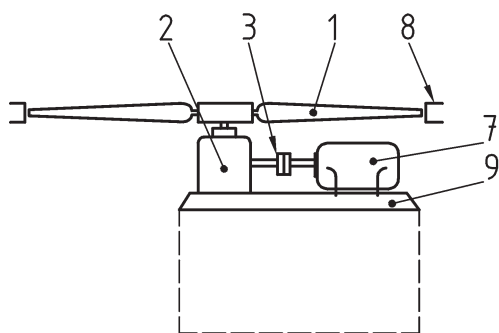
7.2.8.2 Riementriebe

7.2.8.2.1 Riementriebe übertragen übliche Drehmomente entweder reibschlüssig mit herkömmlichen Keilriemen oder hohe Drehmomente mit formschlüssig wirkenden Riemen.

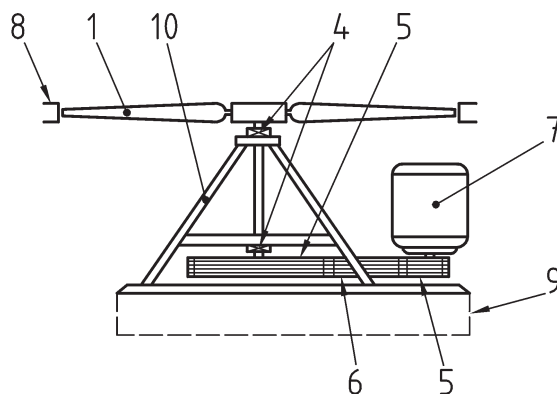
7.2.8.2.2 In einem Heißluftstrom dürfen (z. B. kopfmontierte) Riementriebe nur mit Zustimmung der Bestellers angewendet werden. Falls der Besteller zustimmt, muss bei Berechnung der Riementemperatur die höchste, unter allen denkbaren Bedingungen auftretende Lufttemperatur in der Umgebung des Riemens (oder die durch Wärmestrahlung mögliche höchste Riementemperatur) berücksichtigt werden; ebenfalls zu berücksichtigen ist ein verringerter Wirkungsgrad des Lüfters. Der Lieferer muss angeben, wie der Antrieb aufzuhängen ist; er sollte nicht dem Heißluftstrom ausgesetzt werden (siehe auch 7.2.7.2.8 und 7.2.8.2.13).

7.2.8.2.3 Riementriebe müssen mit trennenden Schutzvorrichtungen nach 7.2.8.4 ausgerüstet werden.

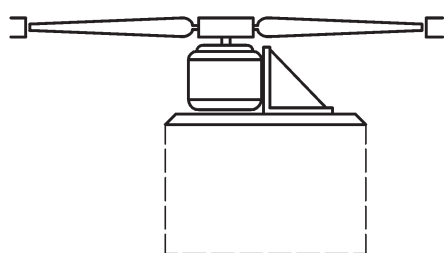
7.2.8.2.4 Riementriebe müssen mit Schrauben zum Verstellen der Riemenscheibe oder mit sonstigen Einrichtungen ausgerüstet werden, um den Riemen (nach dem erstmaligen Auflegen) zu spannen und/oder nachzuspannen.



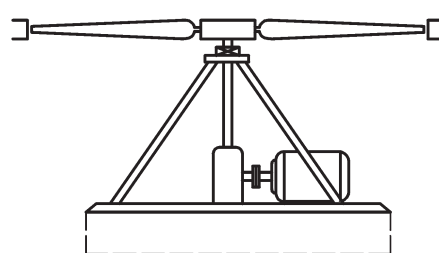
(A) Direkter Winkelantrieb
mit Zahnradern



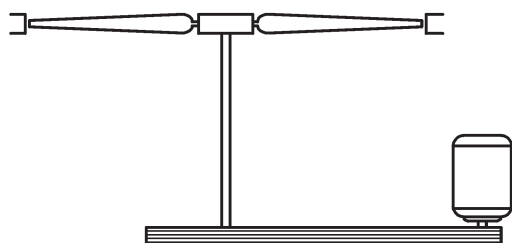
(B) Riementrieb



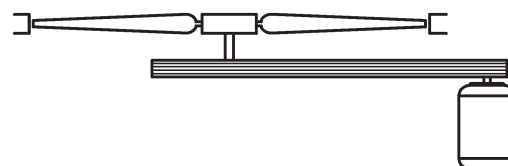
(C) Direkter Motorantrieb



(D) Winkelantrieb mit Zahnradern
für Lüfter mit Abstützung



(E) Aufgehängter Riementrieb,
Motorwelle nach oben



(F) Aufgehängter Riementrieb,
Motorwelle nach unten

Legende

- 1 Lüfter
- 2 Getriebe
- 3 Kupplung
- 4 Lager
- 5 Riemenscheibe
- 6 Riementrieb
- 7 Motor
- 8 Lüfterring
- 9 Grundplatte
- 10 Lüfterabstützung

Bild 8 — Typische Einbaumöglichkeiten für die Antriebe

7.2.8.2.5 Keilriementriebe müssen ISO 1081, ISO 4183, ISO 4184, ISO 5287, ISO 5290 und/oder ISO 9563 entsprechen.

7.2.8.2.6 Keilriemen bestehen entweder aus einzelnen oder aus mehreren, auf geeignete Weise miteinander verbundenen Riemen.

7.2.8.2.7 Formschlüssige Riemen zur Übertragung hoher Drehmomente dürfen entweder aus einem Riemen oder aus mehreren, paarweise miteinander verbundenen Riemen bestehen.

7.2.8.2.8 Keilriemen müssen basierend auf der Nennleistung des Antriebs einen Betriebsbeiwert von mindestens 1,4 haben.

7.2.8.2.9 Formschlüssige Riemen zur Übertragung hoher Drehmomente müssen basierend auf der Nennleistung des Antriebs einen Betriebsbeiwert von mindestens 1,8 haben.

7.2.8.2.10 An der Grund-Konstruktion aufgehängte Keilriementrieb-Baugruppen dürfen nur von Motoren mit einer Nennleistung von maximal 30 kW (30 PS) angetrieben werden.

7.2.8.2.11 An der Grund-Konstruktion aufgehängte formschlüssig arbeitende Riementrieb-Baugruppen zur Übertragung hoher Drehmomente dürfen von Motoren mit einer Nennleistung von maximal 45 kW (60 PS) angetrieben werden.

7.2.8.2.12 Die Abdeckung für den Riementrieb muss ölbeständig sein.

7.2.8.2.13 Für die Werkstoffe herkömmlicher Riementriebe wird eine obere Exponierungstemperatur von 60 °C (140 °F) angegeben.

7.2.8.3 Zahnradtriebe

7.2.8.3.1 Elektromotoren, die eine 45 kW (60 PS) überschreitende Nennleistung haben, müssen zur Kraftübertragung Zahnradtriebe anwenden; wenn die Nennleistung nicht mehr als 45 kW (60 PS) beträgt, dürfen Zahnradtriebe angewendet werden.

7.2.8.3.2 Zahnradtriebe für Elektromotoren mit einer Nennleistung bis 45 kW (60 PS) dürfen an der Konstruktion aufgehängt werden.

7.2.8.3.3 Dampfturbinenantriebe müssen zur Kraftübertragung Zahnradtriebe anwenden.

7.2.8.3.4 Es müssen Spiralkegelräder angewendet werden. Nach AGMA 6010 muss ihr Betriebsbeiwert mindestens 2,0 betragen.

7.2.8.3.5 Zahnradtriebe dürfen nicht kopfmontiert werden.

7.2.8.3.6 Die Getriebegehäuse müssen eine externe Ölanzeige haben, die von der Wartungsbühne aus sichtbar ist.

7.2.8.3.7 Der Lieferer muss Hinweise auf die erwartete Temperatur des Getriebeöls, den Viskositätsgrad des zu Beginn zugeführten Öls und weitere Empfehlungen zur Schmierung geben.

7.2.8.4 Trennende Schutzvorrichtungen für mechanische Kraftübertragungseinrichtungen.

7.2.8.4.1 Für alle beweglichen Teile müssen trennende Schutzvorrichtungen vorgesehen werden.

7.2.8.4.2 Die trennenden Schutzvorrichtungen müssen so konstruiert werden, dass die Einrichtung für Wartungsarbeiten leicht zugänglich ist.

7.2.8.4.3 Die Abstände zwischen den trennenden Schutzvorrichtungen und der Kraftübertragungseinrichtung dürfen höchstens 13 mm (1/2 in) betragen.

7.2.9 Sicherheits-Ausschalter bei starken Schwingungen

7.2.9.1 ▲ Für jede Lüfter-Antriebseinheit muss, falls vom Besteller festgelegt, ein leicht zugänglicher Hebelumschalter mit zwei Kontakten zum Ausschalten beim Auftreten starker Schwingungen vorgesehen werden.

7.2.9.2 Es müssen handbetätigte, von außen rückstellbare Sicherheits-Ausschalter mit einstellbarer Empfindlichkeit verwendet werden, zu deren Rückstellung keine Demontage des Schalters erforderlich ist.

7.2.10 Jalousien

7.2.10.1 Die Dicke von Jalousielamellen aus ebenen Blechen muss, wenn die Lamellen aus unlegiertem Stahl bestehen, mindestens 1,5 mm (USS-Blehdickenlehre 16: 0,060 in) und für Lamellen aus Aluminium mindestens 2,3 mm (0,090 in) betragen. Die Dicke stranggepresster, ausgekehlter Aluminiumlamellen muss mindestens 1,5 mm (0,060 in) betragen.

7.2.10.2 Gehäuse aus unlegiertem Stahl müssen mindestens 3 mm (USS-Blehdickenlehre 10: 0,135 in) dick sein; Gehäuse aus Aluminium müssen eine Dicke von mindestens 4 mm (0,160 in) haben.

7.2.10.3 Die Länge einer nicht unterstützen Jalousielamelle darf 2,1 m (7 ft) nicht überschreiten).

7.2.10.4 Die Durchbiegungen der Jalousielamellen und der seitlichen Gehäuseteile dürfen die in Tabelle 10 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 10 — Maximal zulässige Durchbiegung der Jalousielamellen

	Maximale Durchbiegung
Jalousielamellen in geschlossener Stellung bei einer Berechnungslast von 2 000 N/m ² (40 lbs/ft ²)	$L/180$
Seitliche Gehäuseteile der Jalousie bei einer gleichbleibenden Berechnungslast von 1 000 N/m ² (20 lbs/ft ²)	$L/360$

Dabei ist L die Länge zwischen den Auflagern.

7.2.10.5 Die Durchbiegung der Jalousielamellen und der seitlichen Gehäuseteile gilt für eine Wandtemperatur von mindestens:

- a) der höchsten Prozess-Eintrittstemperatur abzüglich 30 °C (50 °F);
- b) der vorgeschriebenen Eintrittstemperatur der Luft am trockenen Thermometer.

7.2.10.6 Der Abstand zwischen Jalousielamelle und Gestell an den Vorkammerböden darf 6 mm (1/4 in) nicht überschreiten.

7.2.10.7 Der Abstand zwischen Jalousielamellen und seitlichem Jalousiegehäuse darf 3 mm (1/8 in) nicht überschreiten.

7.2.10.8 Die Achsstifte der Jalousielamellen müssen entsprechend ihrer Belastung ausgelegt werden; ihr Durchmesser muss jedoch immer mindestens 9 mm (3/8 in) betragen.

7.2.10.9 An allen Drehpunkten sowie am Stellelement, am Drehmomentenstab und an den Achsstiften der Jalousielamellen müssen Lager vorgesehen werden, die für eine Expositionstemperatur nach 7.2.1.4 ausgelegt sind. Es müssen schmierungsfreie Lager verwendet werden. Die Expositionstemperatur darf für Lagerwerkstoffe aus Verbundwerkstoffen nach 8.3.2 auf der Basis von Polytetrafluorethylen (PTFE) 150 °C (300 °F) nicht überschreiten. Es gibt Lagerwerkstoffe für höhere Temperaturen, die jedoch nur mit Zustimmung des Bestellers angewendet werden dürfen.

7.2.10.10 Das Verbindungsgestänge der Jalousien muss so gestaltet werden, dass eine Veränderung an der Stelleinrichtung eine gleiche Bewegung aller Jalousielamellen bewirkt. Wenn sich die Stelleinrichtung in der vollständig geschlossenen Stellung befindet, beträgt die maximal zulässige Abweichung, die als Abstand zwischen zwei beliebigen Lamellen gemessen wird, 3 mm (1/8 in). Die Einrichtungen zur Übertragung der Kraft von der Stelleinrichtung der Jalousie auf die Lamellen müssen der maximal möglichen Kraft, die auf die Stelleinrichtung bei einer beliebigen Lamellenstellung und in jeder Richtung aufgebracht werden kann, ohne Beschädigung standhalten können.

7.2.10.11 Die Betätigung der Jalousieabschnitte darf zur Durchführung einer vollständigen Bewegung ein Drehmoment von höchstens 7 Nm/m² (6 in-lbf/ft²) Fläche erfordern. Die Handhabungskraft zur Betätigung der Jalousien darf 250 N (56 lbs) nicht überschreiten.

7.2.10.12 Die Jalousielamellen müssen von der vollständig geschlossenen bis zur vollständig geöffneten Stellung einen Winkelweg von mindestens 70 Grad durchlaufen.

7.2.10.13 Alle Wellenanschlüsse müssen an verstellbaren Gestängeverbindungen durch Längskeile, Splinte oder andere formschlüssige Verfahren angebracht werden. Verbindungen mit Hilfe von Stellschrauben dürfen nicht angewendet werden.

7.2.10.14 ▲ Bei einer automatischen Steuerung müssen die Stelleinrichtungen der Jalousien mit Hilfe eines Steuersignals bei einem Überdruck von 20 kPa bis 100 kPa zu betätigen sein. Bei Aufbringung des Berechnungs-Steuerluftdrucks müssen die Stelleinrichtungen so bemessen werden, dass sie mindestens 150 % der zum Durchlaufen der vollständigen Bewegung der Jalousielamelle notwendigen Kraft aufbringen. Der Berechnungs-Steuerluftüberdruck muss, sofern nicht anders festgelegt, 410 kPa (60 psig) betragen.

7.2.10.15 ▲ Sofern nicht anders festgelegt, muss an jeder Stelleinrichtung ein Stellungsregler vorgesehen werden.

7.2.10.16 Falls eine Steuereinrichtung mehrere Stelleinrichtungen steuert, muss der Besteller, um Wartungsarbeiten zu ermöglichen, in die Signalleitung jeder Stelleinrichtung ein Trennventil einbauen.

7.2.10.17 Die Baugruppe Stelleinrichtung/Stellungsregler muss so angeordnet werden, dass der Zugang zur Vorkammer nicht beeinträchtigt wird; beide müssen für Wartungsarbeiten von einer Arbeitsplattform aus (falls vorhanden) leicht zugänglich sein. Die Baugruppe darf sich nicht im Heißluftstrom befinden, wenn die Austrittstemperatur der Luft unter bestimmten Bedingungen 70 °C (160 °F) überschreiten kann. Für höhere Expositionstemperaturen müssen alternative Werkstoffe ausgewählt werden.

7.2.10.18 ▲ Die Jalousiestellung bei Ausfall des Steuerluftdrucks muss vom Besteller festgelegt werden.

7.2.10.19 Alle nicht automatischen oder fernbetätigten Jalousien müssen mit Verlängerungseinrichtungen oder Ketten ausgerüstet werden, um eine manuelle Betätigung vom Erdboden oder von einer Arbeitsbühne zu ermöglichen; Verlängerungen oder Ketten dürfen jedoch nur eine maximale Länge von 6 m (20 ft) haben. Griffe zur manuellen Betätigung dürfen in keiner ihrer möglichen Stellungen in die Lauf- oder Zugangswege hineinragen.

7.2.10.20 Die manuellen Stelleinrichtungen müssen eine Feststellmöglichkeit haben, damit eine bestimmte Jalousiestellung beibehalten werden kann. Feststelleinrichtungen mit Stell- oder Flügel-schrauben dürfen nicht angewendet werden. Es muss eine Einrichtung vorgesehen werden, die anzeigt, ob die Jalousien geöffnet oder geschlossen sind.

7.2.10.21 Die Betriebskennlinie der Jalousie stellt den Luftstrom in Prozent über dem Neigungswinkel der Jalousielamellen dar.

7.2.10.22 Sofern nicht anders festgelegt, gelten alle Anforderungen sowohl für Jalousien mit paralleler als auch mit entgegengesetzter Wirkung.

7.2.10.23 Wegen ihrer Konstruktion sind die Jalousien empfindlich für Beschädigungen bei der Handhabung. Abstandshaltestäbe und Verfahren, die ein Schrägziehen der Lamellen verhindern, sollten angewendet werden. Spezielle Handhabungsanweisungen müssen auf der Jalousie-Zeichnung angegeben werden. Ein geeignetes Handhabungsverfahren muss an der Jalousie an einer zum Anheben geeigneten Stelle angegeben werden.

7.2.10.24 Um die Handstellhebel für die Jalousien in einer bestimmten Stellung zu halten, müssen Feststellstifte angewendet werden; Flügelmuttern dürfen nicht angewendet werden.

7.2.10.25 Alle Gestängeverbindungen müssen mit Durchgangsschrauben oder -stiften verbunden werden; reibschlüssige Verbindungen sind nicht zulässig. Das Verschrauben oder Verstiften muss nach der endgültigen Einstellung des Gestänges erfolgen.

7.2.11 Schutzgitter

● Der Besteller muss festlegen, ob Schutzgitter erforderlich sind und welche Arten von Schutzgittern benötigt werden (Hagel-Schutz-Gitter, Insekten-Schutz-Gitter und/oder Flusen-Schutz-Gitter).

7.3 Bau-Auslegung

7.3.1 Allgemeines

7.3.1.1 ● Die Bauvorschrift muss vom Besteller festgelegt oder mit ihm vereinbart werden. Auslegung, Herstellung und Errichtung von Stahlkonstruktionen müssen der Bauvorschrift entsprechen.

7.3.1.2 Schrauben für tragende Teile müssen nach der Bauvorschrift bemessen und eingeschraubt werden.

7.3.1.3 Die Berechnungsspannung für Schweißgut muss der Bauvorschrift entsprechen.

7.3.1.4 Die Bauteile sollten so konstruiert werden, dass keine Schweißarbeiten auf dem Ölfeld erforderlich werden.

7.3.1.5 Sofern vom Besteller nicht anders festgelegt, müssen für Wärmetauscher mit saugend angeordnetem Lüfter die Kühlerbündel zu entnehmen sein, ohne dass die Arbeitsbühnen entfernt werden müssen. Für Wärmetauscher mit drückend angeordnetem Lüfter müssen die Kühlerbündel zu entnehmen sein, ohne dass Lüfter, Luftkasten oder Arbeitsbühnen einzeln zu unterstützen oder zu demontieren sind und ohne Beeinträchtigung der Grundkonstruktion oder benachbarter Wärmetauschereinheiten.

7.3.1.6 Aufgehängte Antriebe müssen an der Grundkonstruktion mit Hilfe von Durchgangsschrauben befestigt werden, sodass eine Demontage möglich ist.

7.3.2 Schwingungsprüfung

7.3.2.1 Die Bauteile müssen so konstruiert werden, dass möglichst keine Schwingungen auftreten. Im Bereich der Berechnungsdrehzahlen des Lüfters muss die maximale Schwingungsamplitude 0,15 mm (0,006 in) zwischen den Spitzen betragen, wenn die Messung an Primär-Bauelementen und Maschinen-Befestigungsteilen erfolgt.

7.3.2.2 ● Der Besteller muss festlegen, ob zur Verifizierung der Übereinstimmung mit den Schwingungsgrenzwerten eine Werkstattprüfung erforderlich ist.

7.3.2.3 Unter Prüfbedingungen darf die Windgeschwindigkeit 5 m/s (10 Meilen je Stunde) nicht überschreiten.

7.3.2.4 Die effektive Schwingungsgeschwindigkeit (quadratischer Mittelwert), die an den Lagern rechtwinklig zur Mittellinie der Lüfterwelle gemessen wird, darf bei einer Drehzahl von 10 s^{-1} 6,3 mm/s (1/4 in/s) und bei Drehzahlen über 10 s^{-1} 3,0 mm/s (1/8 in/s) nicht überschreiten.

7.3.3 Lasten und Kräfte bei der Bau-Auslegung

7.3.3.1 Allgemeines

Bei der Auslegung müssen die in 7.3.3.1 bis 7.3.3.12 definierten Lasten und Kräfte berücksichtigt werden.

7.3.3.2 Allgemeines

Eigenlasten setzen sich aus der Gesamtmasse des vom Lieferer verwendeten Materials und der Masse einer möglicherweise aufgetragenen feuerfesten Auskleidung zusammen. Wenn eine feuerfeste Auskleidung anzuwenden ist, muss der Besteller ihren Umfang und ihre Masse festlegen.

7.3.3.3 Verkehrslast

Verkehrslasten setzen sich aus beweglichen Lasten (einschließlich des Personals, der tragbaren Maschinen, Werkzeuge und Ausrüstungen) und Betriebslasten der Einrichtung und der Rohrleitung zusammen. Die zulässigen Verkehrslasten, die auf Arbeitsbühnen, Stützen und Laufstege wirken (ohne die Lasten von Rohrleitungen und Einrichtungen vor Ort) müssen den Festlegungen in Tabelle 11 entsprechen.

Tabelle 11 — Verkehrslasten auf Arbeitsbühnen, Stützen und Laufstege

	Mittlere Last	Einzellast
Bodenplatte oder Gitter	4 900 N/m ² (100 lb/ft ²)	
Grundgestell	2 450 N/m ² (50 lb/ft ²)	2 250 N (500 lb)
Säulen und Konsolen	1 200 N/m ² (25 lb/ft ²)	2 250 N (500 lb)
Leitern und Treppen		2 500 N (550 lb)

7.3.3.4 Stoßlasten

Die für vom Lieferer zur Verfügung gestellte Hebeeinrichtungen zulässige vertikale Stoßlast darf maximal das 2fache der Masse des schwersten Teils der zu hebenden Einrichtung betragen. Die seitlich wirkende Stoßlast darf maximal das 0,35fache der zu hebenden Masse betragen.

7.3.3.5 Kräfte durch thermische Beanspruchung

Kräfte durch eine thermische Beanspruchung werden durch die teilweise oder vollständige Verankerung der Rohrleitungen oder Einrichtungen, durch Gleit- oder Rollreibung der Einrichtung und durch thermisch bedingte Ausdehnung oder Zusammenziehung der Konstruktion verursacht. Besteller und Lieferer müssen vereinbaren, welche Kräfte durch thermische Beanspruchung zulässig sind.

7.3.3.6 Prüflast

Die Prüflast ist die Last der zur Prüfung mit Wasser gefüllten Einrichtung.

7.3.3.7 Windlast

Die zulässige Windlast muss der Bauvorschrift entsprechen.

7.3.3.8 Erdbebenkräfte

Sofern nicht anders festgelegt, muss die Auslegung zur Berücksichtigung der Erdbebensicherheit der Konstruktion der Uniform Building Code von ICBO entsprechen.

7.3.3.9 Lasten am Stutzen

Zu den Stutzen-Lasten gehören alle Kräfte und Momente, die auf die Stutzenfläche aufgebracht werden, z. B. die Eigenlast des Rohres, Kräfte durch thermische Beanspruchung, die Masse der Flüssigkeit in der Rohrleitung usw. Sofern nicht anders angegeben, müssen die Gesamtgröße und die Richtung dieser Kräfte und Momente 7.1.10 entsprechen.

7.3.3.10 Lüfter-Axialdruck

Der Lüfter-Axialdruck basiert auf dem maximalen Axialdruck. Falls der durch die Geschwindigkeit bewirkte Druck nicht erfasst wird, muss der Lüfter-Axialdruck auf dem im Datenblatt angegebenen statischen Druck beruhen, der mit 1,25 multipliziert wird.

7.3.3.11 Schneelast

- Falls Schneelasten zu erwarten sind, muss der Besteller die Schneelast festlegen, die auf die Grundfläche des luftgekühlten Wärmetauschers aufgebracht werden darf.

7.3.3.12 Sonstige Lasten

- Lasten, Kräfte und Momente außer den in 7.3.3.2 bis 7.3.3.10 beschriebenen, die von luftgekühlten Wärmetauschern aufzunehmen sind oder auf sie aufgebracht werden, müssen vom Besteller mit Hilfe von Angaben zur genauen Art, Lage, Größe und Richtung dieser Lasten festgelegt werden. Beispiele für diese Lasten sind spezielle Transportlasten, zusätzliche Rohrstützen, Leitern und Laufstege, die nicht vom Lieferer des Wärmetauschers zur Verfügung gestellt werden sowie Abstützungen für zeitweilig aufgebaute Gerüste.

7.3.3.13 Lastkombinationen

Alle Bauteile müssen so konstruiert werden, dass sie in der Lage sind, Kombinationen von Lasten und Kräften aufzunehmen, denen sie beim Aufstellen, Prüfen oder Spülen der Einrichtung oder bei den üblichen Arbeitsgängen ausgesetzt werden. Die folgende Kombination von Lasten und Kräften muss bei der Auslegung von Stützen, Verstrebungen, Ankerschrauben und Fundamenten sowie bei der Überprüfung der Standsicherheit berücksichtigt werden. Spezielle Beanspruchungsbedingungen müssen jedoch jederzeit ausreichend berücksichtigt werden. (Alle Lasten und Kräfte sind additiv.)

a) Beim Aufstellen:

- 1) Eigenlast der Grundkonstruktion, ohne feuerfeste Auskleidung;
- 2) die größere der folgenden Lasten:
 - i) Eigenlast der Einrichtung, ohne Rohrleitungen;
 - ii) Eigenlast der Einrichtung, ohne die an der Einrichtung vorhandenen Arbeitsbühnen;
- 3) gesamte Wind- oder Erdbebenlast, falls diese größer ist;

b) beim Prüfen oder Spülen der Einrichtung:

- 1) Eigenlast der Grundkonstruktion, einschließlich der feuerfesten Auskleidung;
- 2) Eigenlast der Einrichtung, einschließlich der an der Einrichtung vorhandenen Arbeitsbühnen;
- 3) Stutzen-Lasten;

- 4) Prüflasten;
 - 5) eine Windlast von 500 N/m^2 (10 lbs/ft^2);
 - 6) zutreffende Verkehrslasten durch Arbeitsbühnen und Laufstege, die in 7.3.3.2 festgelegt sind. Diese Verkehrslasten dürfen jedoch bei Bemessung der Ankerschrauben oder bei Überprüfung der Standsicherheit unter der Einwirkung von Wind oder Erdbeben nicht berücksichtigt werden.
- c) bei üblichen Arbeitsgängen:
- 1) Eigenlast der Grundkonstruktion;
 - 2) Eigenlast der Einrichtung, einschließlich der an der Einrichtung vorhandenen Arbeitsbühnen;
 - 3) Stützen-Lasten;
 - 4) Betriebsmasse der Flüssigkeit in der Einrichtung;
 - 5) nicht kompensierte Kräfte durch Stößeinwirkung;
 - 6) zutreffende Verkehrslasten nach 7.3.3.2 Diese Verkehrslasten dürfen jedoch bei Bemessung der Ankerschrauben oder bei Überprüfung der Standsicherheit unter der Einwirkung von Wind oder Erdbeben nicht berücksichtigt werden.
 - 7) gesamte Wind- oder Erdbebenlast, falls diese größer ist.

7.3.4 Luftkästen (Luftverteilräume)

7.3.4.1 Bild 9 zeigt die üblichen Einbaumöglichkeiten für Luftkästen.

7.3.4.2 Kastenförmige Luftverteiler in Plattenbauweise müssen mit der Grundkonstruktion aus einem Teil bestehen.

7.3.4.3 Kühlerbündelsysteme, die auf dem Ölfeld einzubauen sind, dürfen gemeinsame Wände mit den benachbarten Luftkästen haben.

7.3.4.4 Die Luftkästen müssen zwischen Lüfter und Kühlerbündel so abgeteilt werden, dass eine Rückströmung der Luft von den in Betrieb befindlichen Lüftern zu den nicht in Betrieb befindlichen Lüftern verhindert wird.

7.3.4.5 ● Die Anforderungen an die Trennwände im Rückströmungssystem müssen vom Besteller festgelegt oder mit ihm vereinbart werden.

ANMERKUNG Im Anhang C wird ein entsprechender Leitfaden angegeben.

7.3.4.6 Die Dicke des Stahlblechs, aus dem die Luftkästen hergestellt werden, muss für glatte Bleche mindestens $2,0 \text{ mm}$ (USS-Blechedickenlehre 14: $0,075 \text{ in}$) bzw. für Riffelbleche $1,5 \text{ mm}$ (USS-Blechedickenlehre 16: $0,060 \text{ in}$) betragen.

7.3.4.7 Die Mindesthöhe des Luftkastens wird durch die Angaben in 7.2.3.4 und im Bild 7 festgelegt.

7.3.4.8 Vorgefertigte Lüfter-Decks aus Stahl müssen so ausgelegt werden, dass sie einer Verkehrslast von 2500 N/m^2 (50 lbs/ft^2) standhalten, wobei die Dicke des Metalls jedoch stets mindestens $2,7 \text{ mm}$ (USS-Blechedickenlehre 12: $0,105 \text{ in}$) betragen muss.

7.3.5 Mechanische Zugangsmöglichkeiten

7.3.5.1 ● Anzahl und Lage von Zugangsbühnen zu Vorkammer, Verbindungs-Laufstegen und Leitern muss vom Besteller festgelegt werden.

7.3.5.2 ▲ Falls festgelegt, müssen Wartungsbühnen unterhalb jeder Antriebseinheit vorgesehen werden, um einen Zugang zur Entnahme und zum Austauschen aller Teile des Antriebs zu ermöglichen.