

Kompressoren und Vakuumpumpen Sicherheitsanforderungen

Teil 2: Vakuumpumpen
Deutsche Fassung EN 1012-2 : 1996

DIN
EN 1012-2

ICS 23.140; 23.160

Deskriptoren: Kompressor, Vakuumpumpe, Sicherheitsanforderung, Maschinenbau

Compressors and vacuum pumps, Safety requirements – Part 2: Vacuum pumps;
German version EN 1012-2 : 1996

Compresseurs et pompes à vide, Prescriptions de sécurité – Partie 2: Pompes à vide;
Version allemande EN 1012-2 : 1996

Die Europäische Norm EN 1012-2 : 1996 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN 1012-2 : 1996 wurde am 1996-03-13 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Diese Europäische Norm besteht aus 2 Teilen:

Teil 1 enthält die sicherheitstechnischen Anforderungen für den Bau und die Ausrüstung von Kompressoren;

Teil 2 enthält die sicherheitstechnischen Anforderungen für den Bau und die Ausrüstung von Vakuumpumpen.

Damit stellt diese Norm die Grundlage zur Erfüllung der Anforderungen gemäß Anhang I "Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen bei Konzipierung und Bau von Maschinen" der EG-Maschinenrichtlinie (89/392/EWG) für Kompressoren und Vakuumpumpen dar.

Ursprung dieser Norm war ein von PNEUROP (Europäisches Komitee Kompressoren-, Vakuumpumpen- und Druckluftwerkzeughersteller) ausgearbeiteter Vorschlag, der bisherige Sicherheitsanforderungen aus der Unfallverhütungsvorschrift VBG 16 "Verdichter" berücksichtigte. Die Grundsätze des Abschnitts "Bau und Ausrüstung" dieser Unfallverhütungsvorschrift sind in die vorliegende Norm eingeflossen.

Die Erstellung dieser Norm wurde durch den Ausschuß AA "Kompressoren-Sicherheit" im Fachbereich "Kompressoren" des NAM im DIN national begleitet.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen, soweit sie nicht als DIN-EN-Normen bzw. DIN-ISO-Normen veröffentlicht sind, wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

EN 60529 siehe DIN VDE 0470-1

ISO 3529-1 siehe DIN 28400-1

ISO 7000 siehe DIN 70005-2, DIN-Fachbericht 4

IEC 1010-1 siehe DIN EN 61010-1

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 28400-1

Vakuumtechnik – Benennung und Definition – Allgemeine Benennungen

DIN 70005-2

Kraftfahrzeuge – Graphische Symbole – Grundlagen, Übersicht

DIN EN 61010-1

Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN VDE 0470-1

Schutzarten durch Gehäuse

DIN-Fachbericht 4

Graphische Symbole zur Anwendung an Einrichtungen – Bildzeichen; Übersicht

Fortsetzung 16 Seiten EN

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

ICS 23.140

Deskriptoren: Vakuumpumpe, gefährliche Maschine, Sicherheit von Maschinen, Unfallverhütung, Begriffe, Gefährdung, Sicherheitsmaßnahme, Ergonomie, Geräteschild, Ausnutzung, Aussage, Installierung, Instandhaltung, Gütenachweis

Deutsche Fassung

**Kompressoren und Vakuumpumpen
Sicherheitsanforderungen
Teil 2: Vakuumpumpen**

Compressors and vacuum pumps, Safety requirements — Part 2: Vacuum pumps

Compresseurs et pompes à vide, Prescriptions de sécurité — Partie 2: Pompes à vide

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1996-03-13 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 und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	5.7 Ergonomische Prinzipien bei der Maschinenkonstruktion	8
1 Anwendungsbereich	3	5.8 Ausfall der Energieversorgung, Versagen von Maschinenteilen und andere Betriebsstörungen ..	8
2 Normative Verweisungen	3	5.9 Sicherheitsbezogene Maßnahmen und Vorkehrungen	8
3 Definitionen	3	5.10 Not-Abschaltung	8
4 Liste der für Vakuumpumpen typischen Gefährdungen	4	6 Beschriftungen	8
4.1 Mechanische Gefährdungen	4	6.1 Allgemeine Anforderungen	8
4.2 Elektrische Gefährdungen	5	6.2 Fabrikschild	9
4.3 Thermische Gefährdungen	5	6.3 Zusätzliche Angaben	9
4.4 Gefährdungen durch Lärm	5	6.4 Zusätzliche Angaben an Vakuumpumpsystemen ..	9
4.5 Gefahren durch Strahlung	5	7 Betriebsanleitung	9
4.6 Gefährdungen durch Stoffe und Materialien, die von der Vakuumpumpe gefördert, benutzt oder ausgestoßen werden	5	7.1 Allgemein	9
4.7 Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion	5	7.2 Transport und Lagerung	9
4.8 Gefährdungen, verursacht durch den Ausfall der Energieversorgung, durch Versagen von Maschinenteilen oder andere Funktionsstörungen	5	7.3 Installation	9
4.9 Gefahren, verursacht durch fehlende oder falsch angebrachte Sicherheitsmaßnahmen und -vorrichtungen	5	7.4 Produktbeschreibung	10
5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen	5	7.5 Gebrauch	10
5.1 Mechanische Sicherheit	5	7.6 Instandhaltung	10
5.2 Elektrische Sicherheit	6	8 Prüfungen	10
5.3 Thermische Sicherheit	7	8.1 Lärmmessungen	10
5.4 Lärm	7	8.2 Druckprüfung	10
5.5 Strahlung	7	8.3 Prüfung Standsicherheit	11
5.6 Materialien und Stoffe, die von Vakuumpumpen gefördert, benutzt oder ausgestoßen werden ...	7	8.4 Dichtheitsprüfung	11
		8.5 Art der Prüfung	11
		Anhang A (informativ) Etikette, Symbole und Anhängeschilder	12
		Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	16

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 232 "Kompressoren-Sicherheit" erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 1996, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 1996 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

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

Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Aufgabe des CEN/TC 232 war die Koordinierung von Sicherheitsnormen des CEN/TC 182 "Kälteanlagen; Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen" und CEN/TC 234 "Gasversorgung".

Die Anhänge A und ZA zu dieser Europäischen Norm sind informativ.

Diese Norm ist in zwei Teile unterteilt:

- EN 1012-1 Kompressoren,
- EN 1012-2 Vakuumpumpen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für alle Vakuumpumpen, Vakuumpumpen-kombinationen und Vakuumpumpensysteme. Die Norm listet die besonders mit Vakuumpumpen verbundenen Gefährdungen auf und legt Sicherheitsanforderungen fest, die bei Konstruktion, Aufstellung, Betrieb, Instandhaltung und Aus-einandernehmen von Vakuumpumpen während ihrer zu erwartenden Lebensdauer und nachfolgenden Entsorgung anzuwenden sind.

Der Anwendungsbereich schließt nicht Pumpen für das kontinuierliche Abpumpen an offenen Systemen ein, bei denen der Einlaßdruck der Pumpe nicht unter 75 kPa (750 mbar) absolut fällt. (z. B. Staubsauger, Ventilatoren). Vakuumpumpen, die für den Betrieb in besonderen Anwen-dungen bestimmt sind, müssen auch den Anforderungen spezifischer Normen für diese Anwendungen genügen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikatio-nen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweili-gen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nach-stehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publika-tionen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderungen oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- EN 292-1
Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik
- EN 292-2
Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen
- EN 294
Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen
- EN 418
Sicherheit von Maschinen – NOT-AUS-Einrichtungen – funktionelle Aspekte; Gestaltungsleitsätze
- EN 563
Sicherheit von Maschinen – Temperaturen berührba- rer Oberflächen – Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße Oberflächen
- EN 953
Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Anforderun- gen an die Gestaltung und Konstruktion von trennen- den Schutzeinrichtungen (feststehende, bewegliche)
- EN 1127-1
Maschinensicherheit – Brände und Explosionen – Teil 1: Explosionsschutz
- EN 12076
Akustik – Verfahren zur Messung der Geräuschemis- sion von Kompressoren und Vakuumpumpen (Genauig- keitsklasse 2)
- EN 50014
Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Allgemeine Bestimmungen
- EN 50081-2
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fach- grundnorm Störaussendung – Teil 2: Industriebereich
- EN 50082-2
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Fach- grundnorm Störfestigkeit – Teil 2: Industriebereich

- EN 50099-1
Sicherheit von Maschinen – Grundsätze für Anzeiger, Bedienteile (Stellteile) und Kennzeichnung – Teil 1: Sichtbare, hörbare und tastbare Signale
- EN 60204-1
Elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen
- EN 60529
Schutzarten durch Gehäuse
- ENV 1070
Sicherheit von Maschinen – Terminologie
- ISO 3266
Eye-bolts for lifting purposes
- ISO 3529
Vacuum Technology – Vocabulary
- ISO 4126-1
Safety valves – Part 1: General requirements
- ISO 4871
Acoustics – Declaration and verification of noise emis- sion values of machinery and equipment
- ISO 7000
Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis
- ISO/TR 11688-1
Acoustics – Recommended practice for the design of lownoise machinery and equipment – Part 1: Planning
- IEC 417
Graphical symbols for use on equipment
- IEC 1010-1
Safety requirements for electrical equipment for mea- surement, control and laboratory use – Part 1: General requirements

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen nach ENV 1070 und ISO 3529. Zusätzliche Definitionen von Begriffen, die in dieser Norm verwendet werden, werden nachfolgend aufgeführt.

3.1 Vakuum: Ein Bereich, in dem der Totaldruck niedriger ist als der Atmosphärendruck der Umgebung.

ANMERKUNG: Vakuum wird üblicherweise als Absolutdruck des Gases ausgedrückt, in Pascal (Pa) oder Millibar (mbar) gemessen: 1 mbar = 100 Pa

3.2 Vakuumpumpe: Eine Einrichtung zur Erzeugung, Verbesserung und/oder Aufrechterhaltung eines Vakuums.

ANMERKUNG: Die Bezeichnungen "Vakuumpumpe" und "Pumpe" haben in dieser Norm stets dieselbe Bedeutung.

3.3 Pumpeneinlaß: Die Öffnung, durch die Gas, das abgepumpt wird, in die Pumpe eintritt.

3.4 Pumpenauslaß: Auslaß- oder Auspufföffnung der Pumpe.

3.5 Maximaler Startdruck: Maximaler Einlaßdruck, bei dem die Vakuumpumpe gestartet werden darf.

3.6 Maximaler Auslaßdruck: Maximaler Druck am Pum- penauslaß, wie vom Hersteller vorgegeben.

3.7 Durchsatz einer Vakuumpumpe: Gasmenge, die durch den Pumpeneinlaß fließt, angegeben als Produkt Druck mal Volumen je Zeiteinheit.

3.8 Gepumpte Stoffe: Alle Stoffe, die in die Pumpe ein- treten, also Gase, Dämpfe, Flüssigkeitsnebel und aufgewir- belte feste Teilchen.

3.9 Betriebsmittel: Stoff, notwendig zum Betrieb der Vakuumpumpe.

3.10 Primärpumpe: Eine Pumpe, deren maximaler Auslaßdruck gleich oder größer als der Umgebungsdruck ist.

3.11 Sekundärpumpe: Pumpe, die entweder einen maximalen Start- oder maximalen Auslaßdruck hat, der kleiner als Atmosphärendruck ist, oder die nur wirksam ist bei niedrigeren Drücken, und dazu bestimmt ist, zusammen mit einer Primärpumpe zu arbeiten, um niedrigere Drücke zu erzeugen als mit der Primärpumpe allein erreicht werden können.

3.12 Pumpsystem: Pumpe oder Kombination von Pumpen mit Zubehör, ausschließlich bestimmt dazu, ein Vakuum zu erzeugen. Zubehör sind Vakuumsleitungen, Ventile, Filter, Kühler, Bedienungseinrichtungen und jede andere Ausrüstung, die für den Betrieb erforderlich ist.

3.13 Verdrängerpumpe: Vakuumpumpe, in der ein mit Gas gefülltes Volumen periodisch vom Einlaß abgetrennt wird, worauf das Gas dann zum Pumpenauslaß transportiert wird.

3.14 Treibdampfpumpe: Vakuumpumpe, bei der Gase durch molekulare Stöße mit einem schnellen gerichteten Dampfstrahl und/oder Mitnahme in ihm gepumpt werden, wobei sie zum Pumpenauslaß getrieben werden (z. B. Diffusionspumpe oder Diffusionsejektorpumpe).

3.15 Kryopumpe: Pumpe, in der die gepumpten Gase entweder an Oberflächen kondensieren, die auf sehr niedrige Temperaturen herabgekühlt sind ($< 120\text{ K}$) oder durch Adsorption an einem porösen Stoff von großer effektiver Oberfläche, der auf Kryotemperatur gehalten wird, eingefangen werden (z. B. Kryopumpen und Adsorptionspumpen). Der Begriff Kryotemperatur wird im Text für Temperaturen unter 120 K benutzt.

3.16 Getterpumpe: Pumpe, in der das Gas vornehmlich durch chemische Verbindung mit einem Getter festgehalten wird. Üblicherweise ist das Getter ein Metall oder eine Metallegierung entweder als Feststoff (Volumengetterpumpe), oder es wird sublimiert (Verdampfergetterpumpe) oder durch Katodenzerstäubung verteilt (Ionenzerstäuberpumpe).

3.17 Molekularpumpe: Vakuumpumpe, in der die Pumpwirkung durch einen schnell drehenden Rotor erzielt wird, der den Gasmolekeln einen Impuls erteilt, so daß sie sich zum Pumpenauslaß hin bewegen (z. B. Molekularreibungsober- oder Turbomolekularpumpe).

3.18 Höchster zulässiger Arbeitsdruck: Höchster Betriebsdruck, vom Hersteller vorgegeben.

3.19 Kleinster zulässiger Arbeitsdruck: Niedrigster Betriebsdruck, vom Hersteller vorgegeben.

3.20 Ausheizen: Erwärmen des Vakuumsystems, um z. B. unerwünschte Substanzen von den Vakuumoberflächen im System beschleunigt zu entfernen und dadurch einen niedrigen Druck zu erreichen.

3.21 Methanpumpe: Vakuumpumpsystem zum gefahrlosen Abpumpen von Methan aus Bergwerken, Müllhalden und anderen Umgebungen, bei denen mit Auftreten von gefährlichen Methankonzentrationen zu rechnen ist.

4 Liste der für Vakuumpumpen typischen Gefährdungen

4.1 Mechanische Gefährdungen

4.1.1 Allgemein zutreffend

Verweis auf
Sicherheits-
anforderung

- | | |
|---|-------------|
| a) Schneiden und Abschneiden durch Berührung mit bewegten Teilen wie Treibriemen, Ventilatorflügeln, Kupplungen, Wellen und Rotoren | 5.1.1 |
| b) Schneiden und Abschneiden durch scharfe Kanten z. B. von Blechteilen, abgeklemmten Rohren und Turbinenflügeln | 5.1.1/5.1.4 |
| c) Hineinziehen in das Vakuumsystem | 5.1.1 |
| d) Herausschleudern von Teilen durch Implosion irgendeines Teils der Pumpe oder des Pumpsystems | 5.1.1 |
| e) Herausschleudern von Teilen durch Platzen des Vakuumsystems infolge überhöhten Drucks, verursacht durch <ul style="list-style-type: none"> – falsche Drehrichtung der Vakuumpumpe – verstopften oder eingengten Auspuff – fehlerhafte Funktion beim Gaseinlaß in das Vakuumsystem – einen mechanischen Fehler der Bestandteile – Rückwärtslaufen der Pumpe nach ihrem Abschalten unter Vakuum | 5.1.1/7.3.1 |
| f) Verlust der Standfestigkeit infolge An-/Abbauen von Zubehör | 5.1.1 |
| g) Verlust der Standfestigkeit beim Transport | 5.1.1 |
| h) Verlust der Stabilität während des Anhebens infolge fehlender Hebevorrichtungen | 5.1.1 |
| i) Rutschen, Stolpern oder Stürzen als Folge von Ölaustritt aus der Pumpe | 5.1.1 |

4.1.2 für Treibdampfpumpen

Herausschleudern von Teilen durch Druckanstieg, verursacht durch Betrieb der Treibdampfpumpe bei Umgebungsdruck, ohne Kühlung und mit geschlossenen Einlaß- und Auslaßventilen.

5.1.2

4.1.3 für Kryopumpen

Herausschleudern von Teilen infolge Platzen der Kryopumpe, verursacht durch

5.1.3

- Freisetzen von kondensierten abgepumpten Stoffen in einem abgeschlossenen System
- überhöhten Druck infolge Erwärmung des unter Druck stehenden Kühlmittels im abgeschlossenen Behälter
- überhöhten Druck im Kühlmittelbehälter, wenn dieser der Einwirkung von Feuer ausgesetzt ist
- Materialfehler der Pumpenwerkstoffe, die bei Kryotemperaturen auftreten

4.1.4 für Getterpumpen

Einklemmen der Finger beim Hantieren mit starken Magneten

7.3.1

4.1.5 für Molekularpumpen

- a) Herausschleudern des bewegten Rotors aus einer Turbomolekularpumpe
- b) Herausschleudern von schnellen Bruchstücken infolge Zerstörung des Hochgeschwindigkeitsrotors einer Turbomolekularpumpe
- c) Verlust der Standfestigkeit einer Molekularpumpe durch plötzliche Unwucht oder plötzliches Abbremsen des Rotors

5.1.5

d) Feuer oder Explosion bei Fördern oder Ausstoßen brennbarer Gase und Dämpfe

5.6.1

e) Feuer oder Explosion durch Fördern oder Ausstoßen von Oxydationsmitteln

5.6.1

f) Feuer oder Explosion infolge Fördern von pyrophoren Gasen

5.6.1

g) Feuer infolge der Zersetzung von Schmieröl bei hohen Temperaturen

5.6.1

h) Gefahr infolge heftigen Druckanstiegs durch die Zersetzung von gepumpten Gasen

5.6.1

4.2 Elektrische Gefährdungen

4.2.1 Allgemein zutreffend

5.2.1

- direkte oder indirekte Berührung spannungsführender Teile
- elektrostatische Erscheinungen
- Einwirkungen von außen auf die elektrische Ausrüstung

4.2.2 für Treibdampfpumpen

5.2.2

hohe elektrische Fehlströme infolge Feuchtigkeitsaufnahme durch mineralisches Isoliermaterial der Heizelemente

4.2.3 für Getterpumpen

5.2.3

Berührung der Hochspannungsleitung einer Ionenzerstäuberpumpe durch:

- Trennen der elektrischen Verbindung zwischen Pumpe und Netzgerät bevor letzteres ausgeschaltet und gegebenenfalls elektrisch entladen ist
- fehlerhafte Isolation infolge überhöhter Ausheiztemperatur oder mechanischer Beschädigung

4.3 Thermische Gefährdungen

5.3.1/5.3.2

- a) Verbrennungen durch Berühren heißer Oberflächen
- b) Verbrennungen durch Berührung mit sehr kalten Oberflächen, mit kalten gepumpten Stoffen oder kaltem Kühlmittel
- c) Verbrühen durch Berührung mit heißen Betriebsmitteln oder Schmiermitteln

4.4 Gefährdungen durch Lärm

5.4.1

Hörverlust durch hohen Geräuschpegel

4.5 Gefahren durch Strahlung

5.5

Einwirkung von ionisierender elektromagnetischer Strahlung, die von der Getterpumpe erzeugt wird

4.6 Gefährdungen durch Stoffe und Materialien, die von der Vakuumpumpe gefördert, benutzt oder ausgestoßen werden

4.6.1 Allgemein zutreffend

- a) Gefahren durch Ausstoß geförderter giftiger Gase oder Dämpfe
- b) Gefahren infolge Einatmen von konzentriertem Ölnebel, der von einer ölgedichteten Pumpe ausgestoßen wird
- c) Gefahr infolge Berührung mit giftigen Zerfalls-/Reaktionsprodukten von Schmiermitteln, Betriebsmittel oder gepumpten Stoffen während der Instandhaltung der Pumpe

5.6.1

5.6.1

7.6.2

4.6.2 für Treibdampfpumpen

5.6.2

Gefahr infolge Berührung oder Einatmen giftiger Zerfallsprodukte des Betriebsmittels bei überhöhten Temperaturen.

4.6.3 für Kryopumpen

5.6.3

Gefahren infolge Berührung oder Einatmen giftiger Stoffe, die beim Aufwärmen oder bei der Instandhaltung von einer Kryopumpe freigesetzt werden.

4.7 Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion

a) Die Bedienerschutzausrüstung wird nicht benutzt

5.7

b) Menschliche Fehler infolge schlechter Lage von Bedienteilen und Instrumenten

5.7

c) Gefahr infolge fehlerhaftem Anschluß der Pumpe an das auszupumpende System

6.3/7.3.1

4.8 Gefährdungen, verursacht durch den Ausfall der Energieversorgung, durch Versagen von Maschinenteilen oder andere Funktionsstörungen

5.8.1

a) Ausfall der Energieversorgung

b) Versagen oder Störung des zentralen Steuersystems (unerwartetes Anlaufen)

c) fehlerhafter Anschluß

4.9 Gefahren, verursacht durch fehlende oder falsch angebrachte Sicherheitsmaßnahmen und -vorrichtungen

5.9

a) Gefahren, die auftreten können durch selbständiges Wiederanlaufen einer Pumpe nach einem Abschalten infolge eines Fehlers

b) Gefahr, die durch einen falsch festgelegten Arbeitsablauf verursacht ist

c) Gefahr wegen eines Programmfehlers in der Software

d) Gefahr, verursacht durch den Ausfall eines Computerteils

5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen

5.1 Mechanische Sicherheit

5.1.1 Allgemeine Anforderungen

a) Die Berührung bewegter Teile muß ausgeschlossen werden durch die Verwendung von trennenden Schutz-einrichtungen in Übereinstimmung mit EN 953.