

DIN EN 1012-3

ICS 23.140; 23.160

**Kompressoren und Vakuumpumpen –
Sicherheitsanforderungen –
Teil 3: Prozesskompressoren;
Deutsche Fassung EN 1012-3:2013**

Compressors and vacuum pumps –
Safety requirements –
Part 3: Process compressors;
German version EN 1012-3:2013

Compresseurs et pompes à vide –
Prescriptions de sécurité –
Partie 3: Compresseurs de procédé;
Version allemande EN 1012-3:2013

Gesamtumfang 105 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 232 „Kompressoren, Vakuumpumpen und ihre Systeme“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 1012-3:2013.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-08-11 AA „Prozessgaskompressoren“ im Fachbereich „Kompressoren und Drucklufttechnik“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Kompressoren sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Deutsche Fassung

Kompressoren und Vakuumpumpen —
Sicherheitsanforderungen —
Teil 3: Prozesskompressoren

Compressors and vacuum pumps —
Safety requirements —
Part 3: Process compressors

Compresseurs et pompes à vide —
Prescriptions de sécurité —
Partie 3: Compresseurs de procédé

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. September 2013 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	10
3.1 Allgemeine Begriffe	10
3.2 Spezifische Begriffe	14
4 Liste der signifikanten Gefährdungen — Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung	16
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	21
5.1 Allgemeines	21
5.2 Mechanische Sicherheit	22
5.2.1 Allgemeines	22
5.2.2 Trennende Schutzeinrichtungen	22
5.2.3 Verletzung durch Fluidstrahl	24
5.2.4 Verlust der Standfestigkeit	24
5.2.5 Anheben und Transport von Kompressoranlagen und deren Teilen	24
5.2.6 Rutschen, Stolpern und Stürzen	30
5.2.7 Drehzahl	30
5.2.8 Verlust der Hauptenergieversorgung oder kurzzeitige Stromunterbrechung	31
5.2.9 Rückwärtslauf des Kompressors	31
5.3 Elektrische Sicherheit	31
5.3.1 Allgemein zutreffend	31
5.3.2 Überstromschutz des Hauptstromkreises	31
5.3.3 Schutz vor stromführenden Teilen	32
5.3.4 Blitzschutz	32
5.3.5 <i>Straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen</i>	32
5.4 Steuerungen	32
5.4.1 Allgemeines	32
5.4.2 Ausfall der Stromversorgung des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems	33
5.4.3 Start/Neustart	33
5.4.4 Manuelle Aufhebung von Sicherheitsfunktionen	34
5.4.5 Elektrische Steuerungssysteme	35
5.4.6 Pneumatische und/oder hydraulische Steuerungen	36
5.5 Thermische Sicherheit	36
5.6 Lärm	37
5.7 Verarbeitete, verwendete oder ausgestoßene Werkstoffe und Stoffe	37
5.7.1 Allgemeines	37
5.7.2 Reaktive Gase	38
5.7.3 Sauerstoffkompressoren	38
5.7.4 Acetylenkompressoren	40
5.7.5 Kompressoren für Gase, die H ₂ S enthalten	41
5.7.6 Stickstoff und andere inerte Gase	41
5.7.7 Zugangsöffnungen zu Prozessgas enthaltenden Teilen	42
5.7.8 Wellenabdichtungssysteme des Kompressors	42
5.7.9 Statische Dichtungen (Dichtungsringe) für Rohrleitungen	43
5.7.10 Mikroorganismen, biologische und mikrobiologische Stoffe	44
5.7.11 <i>Kompressoranlagen, die mit Verbrennungsmotoren betrieben werden</i>	44

5.8	Feuer und Explosion	44
5.8.1	Allgemeines	44
5.8.2	Elektrostatische Vorgänge	45
5.8.3	<i>Drehkolbenkompressoranlagen mit Öleinspritzung</i>	45
5.8.4	Ölgeschmierte Kolbenprozesskompressoranlagen	46
5.8.5	Kompressoranlagen, die mit Verbrennungsmotoren betrieben werden	47
5.9	Ergonomische Grundsätze	47
5.9.1	Allgemeines	47
5.9.2	Manuelle Handhabung von Kompressoranlagen und deren Bauteilen	47
5.9.3	Straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen	47
5.10	Integrität von Maschinenteilen und andere funktionale Anforderungen	48
5.10.1	Allgemein zutreffend	48
5.10.2	Schnee-, Wind- und Erdbebenlasten	48
5.10.3	Versagen während des Betriebs	48
5.10.4	Betrieb bei niedrigen Temperaturen	49
5.10.5	Flüssigkeitsschlag	49
5.10.6	Kühlsystem	50
5.10.7	Temperaturanstieg des Prozessgases	50
5.10.8	Turbokompressor	50
5.11	Druckbegrenzungseinrichtungen	50
5.11.1	Allgemeines	50
5.11.2	Einbau von Druckbegrenzungseinrichtungen	51
5.11.3	Konstruktionsfestlegungen für Druckentlastungseinrichtungen	51
5.11.4	Mehrstufenkompressoranlagen	52
5.11.5	Einstufen- und Mehrstufen-Turbokompressoren	52
5.12	Anzeige- und Warneinrichtungen	52
6	Verifizierung von Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	53
6.1	Druckprüfung	53
6.1.1	<i>Allgemeines</i>	53
6.1.2	Acetylenkompressoren	53
6.2	Dichtigkeitsprüfung für gefährliche Gase	53
6.3	Prüfung elektrischer Schleifen	53
6.4	Prüfung von Steuerungssystemen	54
6.5	Lärm	54
6.5.1	<i>Allgemeines</i>	54
6.5.2	<i>Schallleistungspegel von Kompressoren zur Verwendung im Freien</i>	54
6.6	Standicherheit straßenfahrbarer Kompressoranlagen	54
6.7	Gliederung der Verifizierung	54
7	Anleitungen für den Betrieb	58
7.1	<i>Allgemeine Anforderungen</i>	58
7.2	Begleitunterlagen	59
7.2.1	<i>Betriebsanleitung (Bedienungshandbuch)</i>	59
7.2.2	Serviceanleitung	65
7.2.3	Demontage	67
7.2.4	Qualifikation	67
7.3	Kennzeichnungen, Zeichen und schriftliche Warnungen	67
7.3.1	Allgemein zutreffend	67
7.3.2	Gehäuse von Kompressoranlagen	68
7.3.3	Straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen	68
7.3.4	Kennzeichnungen (insbesondere Typschild)	68
Anhang A (informativ)	Bildzeichen	70
Anhang B (informativ)	Maßnahmen zur Sicherstellung einer Sicherheitsfunktion bei der Prüfung einer Sicherheitseinrichtung (Beispiel)	76
B.1	Umgehungsschalter für Abschaltungen	76
B.2	Überwachung	76

Anhang C (informativ) Leitfaden für die Anwendung geltender Normen auf die funktionale Sicherheit der sicherheitsbezogenen Steuerungen von Prozesskompressoren bzw. -kompressoranlagen	77
C.1 Einleitung.....	77
C.2 Anwendungsbereich	77
C.3 Normative Verweisungen	78
C.3.1 Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC)/Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC)	78
C.3.2 Internationale Normungsorganisation (ISO)/Europäisches Komitee für Normung (CEN)	78
C.4 Standardabkürzungen	78
C.5 Risikominderungsprozess und funktionale Sicherheit	79
C.6 Zusammenhang zwischen EN 1012-3 und den Normen zur funktionalen Sicherheit.....	80
C.7 Prozess der funktionalen Sicherheit.....	82
C.7.1 Allgemeines	82
C.7.2 Risikobeurteilung.....	84
C.7.3 Zuordnung von Sicherheitsfunktionen zu Schutzebenen	89
C.7.4 Festlegung von Sicherheitsanforderungen	89
C.7.5 Konstruktion und technische Bearbeitung	90
C.7.6 Installation, Inbetriebnahme und Validierung.....	92
C.7.7 Verifizierung	92
C.7.8 Beurteilung der funktionalen Sicherheit	92
C.8 Risikobeurteilung von Kompressoren und Hilfssystemen	93
C.9 Zuständigkeiten	94
C.9.1 Endanwender und Hersteller	94
C.9.2 Hersteller von Kompressoren oder Kompressoranlagen	94
C.9.3 Beispiel 1 unter Anwendung von EN 61508, EN 61511.....	96
C.9.4 Beispiel 2 unter Anwendung von EN 61508, EN 61511.....	98
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie)	100
Literaturhinweise	101

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1012-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 232 „Kompressoren, Vakuumpumpen und ihre Systeme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

EN 1012, *Kompressoren und Vakuumpumpen*, besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Kompressoren*
- *Teil 2: Vakuumpumpen*
- *Teil 3: Prozesskompressoren* (vorliegendes Dokument)

Der Verantwortungsbereich von CEN/TC 232 umfasst die Koordination von Sicherheitsnormen mit CEN/TC 182, „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“, und CEN/TC 234, „Gasinfrastruktur“.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm ist eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100 angegeben.

Die behandelten Maschinen und das Ausmaß, in dem die Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse berücksichtigt werden, sind im Anwendungsbereich dieses Dokumentes aufgeführt.

Wenn Anforderungen dieser Typ-C-Norm von denen abweichen, die in Typ-A- oder Typ-B-Normen beschrieben werden, haben die Anforderungen dieser Typ-C-Norm für Maschinen, die entsprechend den Anforderungen dieser Typ-C-Norm konstruiert und gebaut wurden, Vorrang vor den Anforderungen anderer Normen.

Bei der Veröffentlichung im Jahr 1996 galt der Teil 1 von EN 1012 für alle Bauarten von Kompressoren. Jetzt ist die Norm in drei Teile unterteilt, wobei Teil 1 Kompressoren für Druckluft, Stickstoff und inerte Gase behandelt und Teil 3 Kompressoren für Prozessgase behandelt. Teil 2 behandelt nach wie vor Vakuumpumpen.

Es wurde als sinnvoll erachtet, die Anforderungen an Prozessgaskompressoren von den Anforderungen an Kompressoren für Druckluft, Stickstoff und andere inerte Gase abzugrenzen, damit die Anforderungen an eine Kompressorart geändert werden können, ohne sich auf die gesamte Norm auszuwirken.

Die Stellen, an denen der Text von EN 1012-3 mit dem Text von EN 1012-1:2010 identisch ist, sind gekennzeichnet, indem sie in Kursivschrift dargestellt sind.

Würden gemeinsame Anforderungen an die funktionale Sicherheit für alle Prozesskompressoren angewendet werden, dann kann die Vielfältigkeit in den Anwendungsmöglichkeiten zu bedeutend unterschiedlich hohen Restrisiken führen. Deshalb kann zusätzlich zu den Anforderungen der vorliegenden Norm die Durchführung einer Risikobeurteilung für sicherheitsbezogene Steuerungssysteme bei bestimmten Anwendungen erforderlich sein, um Performance Level und/oder Sicherheits-Integritätslevel für damit im Zusammenhang stehende Aspekte der funktionalen Sicherheit festzulegen.

Es wurde der informative Anhang C aufgenommen, der Leitlinien für die Risikobeurteilung von Aspekten enthält, die mit der funktionalen Sicherheit im Zusammenhang stehen, einschließlich Leitlinien für die Bestimmung der Sicherheits-Integritätslevel und/oder Performance Level. Der Kompressorhersteller ist für die Durchführung dieser Risikobeurteilung und die Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen zuständig. Diese Aufgaben fallen nicht in den Anwendungsbereich der vorliegenden Norm.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Prozessgaskompressoren und Prozessgaskompressoranlagen, die einen Arbeitsdruck von mehr als 0,5 bar (Überdruck) haben, eine Leistungsaufnahme an der Antriebswelle von mehr als 0,5 kW haben und so konstruiert wurden, dass sie alle Gase außer Luft, Stickstoff oder inerte Gase, die im Teil 1 behandelt werden, verdichten können. Dieses Dokument befasst sich mit allen signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignissen, die sich auf die Konstruktion, das Aufstellen, den Betrieb, die Wartung, das Demontieren und die Entsorgung von Prozessgaskompressoren und Prozessgaskompressoranlagen beziehen, wenn sie bestimmungsgemäß und unter Bedingungen von durch den Hersteller vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen verwendet werden (siehe Abschnitt 4).

Dieser Teil von EN 1012 enthält unter dem allgemeinen Begriff Kompressoranlagen Maschinen, die Folgendes umfassen:

- den Kompressor;
- ein Antriebssystem einschließlich der Antriebsmaschine;
- alle mitgelieferten Bauteile oder Geräte, die für den Betrieb notwendig sind.

Dieser Teil von EN 1012 gilt nicht für Kompressoren, die vor dem Datum der Veröffentlichung dieses Dokuments durch das CEN hergestellt wurden.

Die Anforderungen dieser europäischen Norm berücksichtigen nicht die Wechselwirkungen zwischen dem Kompressor/der Kompressoranlage und anderen vor Ort ausgeführten Prozessen.

Ausgenommen sind:

- Kältemittelverdichter in Kälteanlagen oder Wärmepumpen, deren Sicherheitsanforderungen in EN 60335-2-34 oder EN 12693 enthalten sind;
- die Festlegung von Performance Level und/oder Sicherheits-Integritätslevel für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungssystemen.

Performance Level und/oder Sicherheits-Integritätslevel stellen einen wichtigen Aspekt der Kompressor-konstruktion dar und sollten vom Hersteller und Anwender auf Grundlage einer Risikobeurteilung bestimmt werden (siehe Einleitung).

Diese Europäische Norm behandelt nicht die gleichen Sicherheitsaspekte im Straßenverkehr wie das EU-Recht für Anhänger.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 626-1:1994+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Reduzierung des Gesundheitsrisikos durch Gefahrstoffe, die von Maschinen ausgehen — Teil 1: Grundsätze und Festlegungen für Maschinenhersteller*

EN 764-7:2002, *Druckgeräte — Teil 7: Sicherheitseinrichtungen für unbefeuerte Druckgeräte*

EN 837-2, *Druckmessgeräte — Teil 2: Auswahl- und Einbauempfehlungen für Druckmessgeräte*

EN 953:1997+A1:2009, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

EN 1005-2, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen*

EN 1005-3, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung*

EN 1127-1, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik*

EN 12021, *Atemschutzgeräte — Druckluft für Atemschutzgeräte*

EN 12195-1, *Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen — Sicherheit — Teil 1: Berechnung von Sicherungskräften*

EN 13001-2, *Kransicherheit — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

EN 13155, *Krane — Sicherheit — Lose Lastaufnahmemittel*

EN 13309, *Baumaschinen — Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz*

EN 13445-5:2009, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 13445-6, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 13463-1, *Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 1: Grundlagen und Anforderungen*

EN 15198, *Methodik zur Risikobewertung für nicht-elektrische Geräte und Komponenten zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

EN 60079-0, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 0: Betriebsmittel — Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2011, modifiziert)*

EN 60079-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“ (IEC 60079-1)*

EN 60079-14, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen (IEC 60079-14)*

EN 60204-1:2006¹⁾, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeines Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert)*

EN 60204-11, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 11: Anforderungen an Hochspannungsausrüstung für Spannungen über 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung, aber nicht über 36 kV (IEC 60204-11)*

EN 61000-6-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2)*

¹⁾ EN 60204-1:2006 wird durch die alleinstehende Änderung EN 60204-1:2006/A1:2009 (IEC 60204-1:2005/A1:2008) beeinflusst.

EN 61000-6-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4)*

EN 61310-2:2008, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung (IEC 61310-2:2007)*

EN 61508-1:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61508-1:2010)*

EN 61508-2:2010, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elektronische/programmierbare elektronische Systeme (IEC 61508-2:2010)*

EN 61508-3, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 3: Anforderungen an Software (IEC 61508-3)*

EN 61508-4, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 4: Begriffe und Abkürzungen (IEC 61508-4)*

EN 61508-5, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 5: Beispiele zur Ermittlung der Stufe der Sicherheitsintegrität (safety integrity level) (IEC 61508-5)*

EN 61508-6, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 6: Anwendungsrichtlinie für IEC 61508-2 und IEC 61508-3 (IEC 61508-6)*

EN 61508-7, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 7: Überblick über Verfahren und Maßnahmen (IEC 61508-7)*

EN 61511-1, *Funktionale Sicherheit — Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie — Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Software und Hardware (IEC 61511-1)*

EN 61511-2, *Funktionale Sicherheit — Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie — Teil 2: Anleitungen zur Anwendung des Teils 1 (IEC 61511-2)*

EN 61511-3, *Funktionale Sicherheit — Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie — Teil 3: Anleitung für die Bestimmung der erforderlichen Sicherheits-Integritätslevel (IEC 61511-3)*

EN 62061, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061)*

EN ISO 2151:2008, *Akustik — Geräuschmessnorm für Kompressoren und Vakuumpumpen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (ISO 2151:2004)*

EN ISO 4126-1, *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck — Teil 1: Sicherheitsventile (ISO 4126-1)*

EN ISO 4413:2010, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile (ISO 4413:2010)*

EN ISO 4414:2010, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen (ISO 4414:2010)*

EN ISO 11688-1, *Akustik — Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN ISO 13849-1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2006)*

EN ISO 13850:2008, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2006)*

EN ISO 13857, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857)*

EN ISO 14122-1, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen (ISO 14122-1)*

EN ISO 14122-2, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege (ISO 14122-2)*

EN ISO 14122-3, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer (ISO 14122-3)*

EN ISO 14122-4, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen — Teil 4: Ortsfeste Steigleitern (ISO 14122-4)*

EN ISO 14163, *Akustik — Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer (ISO 14163)*

EN ISO 15156-1, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen für die Auswahl von gegen Rissbildung beständigen Werkstoffen (ISO 15156-1)*

EN ISO 15667, *Akustik — Leitfaden für den Schallschutz durch Kapselung und Kabinen (ISO 15667)*

ISO 3857-1, *Compressors, pneumatic tools and machines — Vocabulary — Part 1: General*

ISO 3857-2, *Compressors, pneumatic tools and machines — Vocabulary — Part 2: Compressors*

ISO 8573-1, *Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes*

ISO 8573-2, *Compressed air — Part 2: Test methods for oil aerosol content*

ISO 8573-3, *Compressed air — Part 3: Test methods for measurement of humidity*

ISO 8573-4, *Compressed air — Part 4: Test methods for solid particle content*

IEC 60417:2002-10, *Graphical symbols for use on equipment*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010.

Begriffe, die speziell für Kompressoren benötigt werden, sind nachstehend und in den Normen ISO 3857-1 und ISO 3857-2 aufgelistet.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Kompressor

Teil einer Kompressoranlage, der ein Gas oder Dämpfe zu einem höheren Druck als dem Ansaugdruck verdichtet

3.1.2

Kompressoranlage

Anlage, die den Kompressor, ein Antriebssystem und alle Teile oder Geräte umfasst, die für den Betrieb erforderlich sind

3.1.3

Druckentlastung

Verringerung der Druckdifferenz zwischen der Innenseite eines drucktragenden Teils und dessen Umgebung auf null

BEISPIEL Das Anhalten eines Kompressors kann zu höheren Drücken auf der Saugseite führen. In diesen Fällen kann der sichere Zustand unter anderem durch eine Druckentlastung erreicht werden.

3.1.4

Antriebssystem

System, das eine Antriebsmaschine und einen Kopplungsmechanismus umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Antriebsmaschine kann ein Elektromotor, eine Dampfmaschine (Turbine) usw. sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Kopplungsmechanismus kann ein Antriebsriemen, eine Achse, ein Getriebe usw. sein.

3.1.5

Schaden

physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.5]

3.1.6

Gefährdung

potentielle Schadensquelle

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.6]

3.1.6.1

Gefährdungsbereich

Gefahrbereich

Bereich in einer Maschine und/oder um eine Maschine herum, in dem eine Person einer Gefährdung ausgesetzt sein kann

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.11]

3.1.6.2

Gefährdungsereignis

Ereignis, das Schaden verursachen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gefährdungsereignis kann kurzzeitig oder über eine lange Zeitspanne hinweg auftreten.

3.1.6.3

Gefährdungssituation

Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Situation kann unmittelbar oder über eine Zeitspanne hinweg zu einem Schaden führen.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.10]

3.1.6.4

gefährliches Gas oder gefährlicher Dampf

Gas oder Dampf mit chemischen, radioaktiven oder biologischen Eigenschaften (z. B. brennbar, explosionsfähig, chemisch instabil, pyrogen, korrosiv, ätzend, giftig, krebserregend), die Gefährdungen durch Reaktionen innerhalb des Kompressors oder durch Ausbreitung oder durch Reaktionen mit der Umgebung hervorrufen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein gefährliches Gas kann ein Gasgemisch mit diesen Eigenschaften sein.

3.1.7

inertes Gas

chemisch inaktives Gas, das diese Eigenschaft sogar bei erhöhten Drücken und Temperaturen beibehält

3.1.8

Flüssigkeitsschlag

überschüssige Kraft, die bei dem Versuch entsteht, nicht komprimierbare Medien zu verdichten

3.1.9

höchstzulässiger Druck

höchstzulässiger Arbeitsdruck

höchster Druck, für den der Kompressor oder die Kompressoranlage konstruiert ist, wie vom Hersteller vorgegeben

3.1.10

höchstzulässige Temperatur

höchstzulässige Arbeitstemperatur

höchste Betriebstemperatur, wie vom Hersteller vorgegeben

3.1.11

kontinuierliche Höchstdrehzahl der Welle

höchste Drehzahl, bei der der Kompressor unter den festgelegten Betriebsbedingungen in der Lage ist, kontinuierlich zu arbeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die kontinuierliche Höchstdrehzahl der Welle wird vom Hersteller festgelegt.

3.1.12

Nenn-Ausgangsdruck

Nennaustrittsdruck

Druck am Druckstutzen des Kompressors, wie vom Hersteller vorgegeben

3.1.13

normale Betriebsbedingungen

Bedingungen, die vorliegen, wenn der Kompressor vorschriftsmäßig gewartet und bedient wird, indem er, wie vom Hersteller vorgegeben, die festgelegten Medien innerhalb zulässiger Grenzen, insbesondere bezüglich der Umgebungstemperatur, verdichtet

3.1.14

Druck

Druck im Verhältnis zum atmosphärischen Druck, d. h. Manometerdruck

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Druck wird oftmals als Wirkdruck bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Einheit Bar wird als Druckeinheit verwendet. 1 bar = 100 kPa.

3.1.15

Bemessungsleistung

höchste zulässige Leistung (mechanisch oder elektrisch)

Anmerkung 1 zum Begriff: Nennleistung ist synonym zu Bemessungsleistung.

3.1.16

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensausmaßes

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.12]

3.1.17

Restrisiko

Risiko, das nach der Anwendung von Schutzmaßnahmen verbleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe EN ISO 12100:2010, Bild 2.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, Begriff 3.17]

3.1.18

Sicherheitsfunktion

Funktion einer Maschine, wobei ein Ausfall dieser Funktion zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos (der Risiken) führen kann

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.30; EN ISO 13849-1:2008, 3.1.20]

3.1.19

sicherheitsbezogene Steuerung

sicherheitstechnisches System

SIS

Steuereinrichtung, die eine oder mehrere Sicherheitsfunktion(en) durchführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition entspricht der Definition eines sicherheitstechnischen Systems (SIS) nach EN 61511-1.

3.1.20

Abschaltung

Abstellen sämtlicher Antriebsmaschinen eines Kompressors

3.1.20.1

automatische Abschaltung

durch eine Begrenzungseinrichtung oder eine Sicherheitseinrichtung selbsttätig ausgelöster Halt eines Kompressors

Anmerkung 1 zum Begriff: Die automatische Abschaltung wird in der Regel auch als „automatische Ausschaltung“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition beschreibt, wie eine normale, sicherheitsbezogene Regelabschaltung oder Notabschaltung ausgelöst wird.

3.1.20.2

normale Abschaltung

manuell oder automatisch ausgelöster Halt eines Kompressors, der eine vollständige Folgeauslösung von Hilfseinrichtungen und dem Antriebssystem umfassen kann

3.1.20.3

sicherheitsbezogene Regelabschaltung

manuell oder automatisch ausgelöster Halt eines Kompressors, der eine reduzierte (im Vergleich zur normalen Abschaltung) Folgeauslösung von Hilfseinrichtungen und dem Antriebssystem umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art der Abschaltung wird durch eine sicherheitsbezogene Funktion ausgelöst.

Anmerkung 2 zum Begriff: Reduzierte Folgeauslösung bedeutet eine reduzierte Anzahl und/oder Dauer von aufeinanderfolgenden Schritten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Nach einer normalen Abschaltung kann die Energiezufuhr zu den Antriebsmaschinen getrennt werden oder nicht (siehe Stopp-Kategorie 1 oder 2 von EN 60204-1:2006, 9.2.2).

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein manuell ausgelöster Halt eines Kompressors, der eine reduzierte (im Vergleich zur normalen Abschaltung) Folgeauslösung von Hilfseinrichtungen und dem Antriebssystem umfasst, wird oftmals auch als Not-Halt bezeichnet.

3.1.20.4

Notabschaltung

manuell oder automatisch ausgelöster Halt eines Kompressors mit unmittelbarer Trennung der Energiezufuhr zur Antriebsmaschine

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art der Abschaltung wird von einer sicherheitsbezogenen Funktion ausgelöst.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition der Abschaltung bezieht sich auf die Stopp-Kategorie 0 von EN 60204-1:2006, 9.2.2.

3.1.21

unerwarteter Anlauf

unbeabsichtigter Anlauf

unvorhergesehener Anlauf, der zu einer Gefährdung führt, z. B.:

- ein Befehl zum Ingangsetzen, der durch einen Ausfall im Steuerungssystem oder einen äußeren Einfluss auf das Steuerungssystem bewirkt wird;
- ein Befehl zum Ingangsetzen durch unpassende Handlung an einer Anlaufsteuerung oder anderen Teilen der Maschine, wie z. B. Messfühler oder Leistungssteuerelement;
- Wiederherstellung der Energieversorgung nach einer Unterbrechung;
- äußere/innere Einflüsse (z. B. Schwerkraft, Wind, Selbstzündung bei Verbrennungsmotoren) auf Teile der Maschine

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Anlauf einer Maschine beim normalen Ablauf eines automatischen Arbeitszyklus ist nicht unbeabsichtigt, kann aber im Verständnis der Bedienperson als unerwartet angesehen werden. In diesem Fall schließt die Vermeidung von Unfällen technische Schutzmaßnahmen mit ein (siehe EN ISO 12100-2:2010, Abschnitt 5).

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.31]

3.2 Spezifische Begriffe

3.2.1

Acetylenkompressor

Kompressor, der zum Verdichten von technisch reinem Acetylen bestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Gemische aus Acetylen und anderen Gasen oder Flüssigkeiten wird die Gültigkeit der maßgebenden Acetylenpezifikationen von Fall zu Fall entschieden.

3.2.2

Luftkompressor

Kompressor, der zur Verdichtung von Luft, Stickstoff oder inerten Gasen vorgesehen ist

3.2.3

Energieversorgung für Hilfseinrichtungen

Energie, die zum Betreiben von Hilfssystemen (z. B. Ölsysteme, Kühlsysteme oder Ventile) dient

3.2.4

Kompressoreinheit

Anordnung von Kompressoranlagen und Zusatzgeräten, die eine Verdichtungseinrichtung ergeben, welche als Ganzes funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Grenzen der Anordnung sind wie vom Hersteller vorgegeben.

3.2.5

Energieversorgung für das Steuer- und Regelsystem

Energieversorgung für das Steuer- und Regelsystem (z. B. Regelspannung)

3.2.6

Hochdruckkompressor

Kompressor für einen höchstzulässigen Arbeitsdruck von mehr als 50 bar

3.2.7

großer Kompressor

Kompressor mit einer Leistungsaufnahme an der Antriebswelle von mehr als 1 000 kW

3.2.8

Niedrigtemperaturkompressor

Kompressor zum kontinuierlichen Verdichten von Medien, außer Luft, inerten Gasen oder Stickstoff, die eine Ansaugtemperatur unter als 0 °C haben

3.2.9

Hauptenergieversorgung

Energie, die die Antriebsmaschine(n) des Kompressors dazu bringt, sich zu drehen

3.2.10

Kompressor mit Öleinspritzung

Kompressor, der so konstruiert ist, dass verdichtetes Gas bzw. verdichteter Dampf und Öl gemischt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesen Kompressoren wird eine beachtliche Menge Öl in das Gas oder den Dampf eingespritzt, um die Gasaustrittstemperatur zu verringern.

3.2.11

ölfreier Kompressor

Kompressor, der so konstruiert ist, dass das verdichtete Gas oder der verdichtete Dampf nicht mit Öl in Berührung kommt

3.2.12

ölgeschmierter Kompressor

Kompressor, der so konstruiert ist, dass das verdichtete Gas oder der verdichtete Dampf mit Öl in Berührung kommen kann; es handelt sich jedoch nicht um einen Kompressor mit Öleinspritzung

3.2.13

Sauerstoffkompressor

Kompressor, der dazu bestimmt ist, Sauerstoff oder sauerstoffreiche Mischungen mit mehr als 70 Molprozent Sauerstoff zu verdichten

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt das allgemeine Gasgesetz, entspricht der molare Anteil dem Volumenanteil.

3.2.14

fahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoren

3.2.14.1

straßenfahrbare Kompressoranlage

Kompressoranlage, die auf Räder montiert ist und von einem Kraftfahrzeug zum und vom Aufstellort geschleppt werden kann

3.2.14.2

auf Grundrahmen montierte Kompressoranlage

Kompressoranlage, die auf einen Grundrahmen montiert ist und über kurze Entfernungen von einem Kraftfahrzeug am Aufstellort geschleppt oder befördert werden kann

3.2.14.3

Gesamtmasse

höchste festgelegte Masse einer auf Grundrahmen montierten oder straßenfahrbaren Kompressoranlage (einschließlich Werkzeugen, Ausrüstungen und Kraftstoff)

Anmerkung 1 zum Begriff: Werkzeuge und Ausrüstungen umfassen zum Beispiel Betonaufbruchhammer, Hacken und Schläuche, die in typischen Arbeitssituation mitgeführt werden.

3.2.15

Prozess(gas)kompressor

Kompressor, der für die Verdichtung aller Gase außer Luft, Stickstoff oder inerten Gase vorgesehen ist

3.2.16

wassereingespritzter Kompressor

Kompressor, der so konstruiert ist, dass das verdichtete Gas und das Wasser gemischt werden

4 Liste der signifikanten Gefährdungen — Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung

Die in Tabelle 1 aufgelisteten Gefährdungen wurden mithilfe der entsprechenden Risikobeurteilung erkannt und gelten für alle Kompressoren/Kompressoranlagen, die in den Anwendungsbereich dieser europäischen Norm fallen.

ANMERKUNG Die Grundlage für die Risikobeurteilung ist EN ISO 12100.

Tabelle 1 — Liste der Gefährdungen

Nr	Art der Gefährdung	Verweisung auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
1	Mechanische Gefährdungen durch:		
1.1	Rotierende oder sich bewegende Teile führen zu: — Quetschen; — Scheren; — Einziehen, Fangen oder Verfangen.	5.2.2.1 5.2.2.2 5.2.2.3	
1.2	Form (z. B. scharfe Kanten) und/oder Oberflächenbeschaffenheit von zugänglichen Maschinenteile sind: — in Kontakt mit rauen Oberflächen; — in Kontakt mit scharfen Kanten und Ecken, vorstehenden Teilen; und führt zu: — Schneiden oder Abschneiden; — Reibung oder Abrieb.	5.2.1 5.2.2.2	7.2.1.6 q), 7.2.1.7 a)
1.3	Herausschleudern von Teilen führt zu: — Quetschen; — getroffen werden/weggeschleudert werden/erfasst werden.	5.2.2.4	
1.4	Instabilität von Teilen oder Komponenten führt zu: — Quetschen; — Schneiden; — Schlag.	5.2.4	7.2.1.11 a) und d) 7.3.3 i)
1.5	Verlust der Standfestigkeit/Umkippen der Maschine infolge von: — Form des Fundaments; — Masseverteilung; — Schwankungen des Masseschwerpunktes; — äußere Kräfte (z. B. Winddruck, manuelle Kräfte).	5.2.4, 5.2.5, 5.2.5.8	7.2.1.4 7.3.3 i) 7.2.1.11 a) und d) 7.2.1.6

Tabelle 1 (2 von 6)

Nr	Art der Gefährdung	Verweisung auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
1.6	Einspritzen oder Herausspritzen unter Hochdruck führt zu: — Verschieben sich bewegender Teile; — Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck; — ungesteuerte Bewegungen.	5.2.3 5.10.6.2 5.11	7.2.1.6 r)
1.7	Hochdruck (gespeicherte Energie) führt zu: a) Bersten: 1) Herausschleudern von drucktragenden Teilen oder Partikeln; 2) weggeschleudert werden; b) Entweichen von gefährlichen Flüssigkeiten: 1) Vergiftung; 2) Erstickten; 3) Verbrennungen.	5.4.6.3, 5.8.3, 5.8.4, 5.10.1, 5.10.3, 5.10.6.1, 5.10.6.2 5.11 5.12	7.2.1.6 d), e), i), k), m), 7.2.1.11 b), c), 7.2.1.7 0 7.3.4.1 f)
1.8	Gespeicherte Energie (kinetische oder potentielle Energie) der Maschine, der Maschinenteile, der verwendeten Werkzeuge und Werkstoffe oder elastische Teile führen zu: — weggeschleudert werden; — Quetschen; — Scheren.	5.10.3	7.2.2.2
2	Elektrische Gefährdungen durch:		
2.1	Berührung von Personen mit Teilen der elektrischen Ausrüstung oder mit spannungsführenden Teilen (direkte Berührung) oder mit Teilen der elektrischen Ausrüstung, die unter fehlerhaften Zuständen zu spannungsführenden Teilen wurden (indirekte Berührung) — (elektrischer) Schlag; — tödlicher Stromschlag; — Fallen, weggeschleudert werden; — Verbrennung; — Feuer.	5.3	7.2.1.5.1, 7.2.1.5.2 7.2.2.2
2.2	Äußere Einflüsse auf elektrische Geräte, z. B.: — Kurzschluss; — Überlast; — elektromagnetische Vorgänge; — Unterbrechungen oder Schwankungen in der Versorgungsspannung; — Erdschlüsse; verursachen Feuer, Verbrennungen, chemische Reaktionen	5.3, 5.4.5.3	7.2.1.5.1

Tabelle 1 (3 von 6)

Nr	Art der Gefährdung	Verweis auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
2.3	Elektrostatische Vorgänge führen zu: — (elektrischem) Schlag — tödlichem Stromschlag — ungesteuerter Bewegung z. B. Fallen aufgrund von Erschrecken.	5.8.2	7.2.2.2
2.4	Elektromagnetische Vorgänge führen zu: — Auswirkungen auf medizinische Implantate; — Fehlfunktion elektrischer Geräte des Kompressors/der Kompressoranlage durch fehlende EMV-Störfestigkeit (Festigkeit gegen Stoßspannung); — Einflüsse auf andere elektrische Geräte durch elektromagnetische Aussendungen des Kompressors/der Kompressoranlage.	5.4.5.4	
3	Thermische Gefährdungen durch		
3.1	Berührung von Personen mit Gegenständen oder Werkstoffen mit außerordentlich hohen oder niedrigen Temperaturen führt zu: — Verbrennungen; — Verbrühungen; — anderen Verletzungen.	5.5	7.2.1.7 e) 7.3.2
4	Gefährdungen durch Lärm		
4.1	Lärm: — Hörverlust (Taubheit), Tinnitus; — Stress, Müdigkeit; — weitere physiologische Störungen (z. B. Gleichgewichtsverlust, Bewusstseinstörung); — Unfälle durch Behinderung der Sprachkommunikation oder der Wahrnehmung akustischer Signale.	5.6	7.2.1.10
5	Verschiedene Gefährdungen durch verarbeitete oder verwendete Werkstoffe oder Substanzen:		
5.1	Einatmen oder Kontakt mit den verarbeiteten oder verwendeten Werkstoffen oder Substanzen führt zu: — Atembeschwerden, Ersticken; — Gesundheitsbeeinträchtigung (z. B. Vergiftung).	5.7.1, 5.7.2, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.5, 5.7.6, 5.7.7, 5.7.8, 5.7.9	7.2.1.7 h), 7.2.1.7 f), 7.2.2.1, 7.2.2.2
5.2	Gefährdungen durch Feuer und/oder Explosion	5.8	7.2.1.6 o) und p) 7.2.1.7 g) und o)
5.3	Biologische oder mikrobiologische (z. B. virale oder bakterielle) Gefährdungen führen zu: — Atembeschwerden, Ersticken; — Gesundheitsbeeinträchtigung (z. B. Vergiftung).	5.7.10	7.2.1.7 i), j) und k) 7.2.1.7 f) und 7.2.1.11 e)

Tabelle 1 (4 von 6)

Nr	Art der Gefährdung	Verweis auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
6	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Maschinenkonstruktion:		
6.1	Schlechte Sichtbarkeit und/oder Lesbarkeit und/oder Zugänglichkeit von Anzeigeeinrichtungen und optischen Displays	5.9	
6.2	Mangelhafte Erreichbarkeit von Zugangsöffnungen und anderen Maschinenbereichen, die für routinemäßige Wartungsarbeiten betreten werden müssen	5.2.2.5	7.2.2.2
7	Gefährdungen durch die Umgebung, in der die Maschine verwendet wird, z. B. Gefährdungen durch Betrieb des Kompressors/der Kompressoranlage in:		7.2.1.8 f)
7.1	Umgebungsbedingungen, z. B. staubige Luft oder verschmutzte Luft oder feuchte Luft, Temperatur und Umgebungsdruck		7.2.1.8 c)
7.2	Schnee-, Wind- und Erdbebenlasten: — Gefährdungen durch Versagen von Maschinenteilen und andere Funktionsstörungen	5.10.2	7.2.1.6
7.3	Niedrige Temperatur	5.10.4	7.2.1.6 b), c), i) und m)
7.4	Gefährdungen durch Blitzschlag	5.3.4	7.2.1.5.5
8	Gefährdungen durch unerwartetes Anlaufen/Wiederanlaufen durch:		
8.1	Fehler/Störung des Steuerungssystems	5.4.3, 5.4.4, 5.4.5, 5.4.5.1, 5.4.5.2; 5.4.5.3	7.2.1.7 c) und d) 7.2.1.9 h), 7.2.1.9 d)
8.2	Wiederherstellung der Energieversorgung nach einer längeren Stromunterbrechung	5.2.8	7.2.1.5.2, 7.2.1.7 c) und d) 7.2.2.1
9	Gefährdungen durch Verlust der Hauptenergie-/Stromversorgung oder Kurzzeitunterbrechung:		
9.1	— Rückwärtslauf des Kompressors; — höherer Gleichgewichtsdruck.	5.2.9	

Tabelle 1 (5 von 6)

Nr	Art der Gefährdung	Verweis auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
10	Gefährdungen durch Versagen von Maschinenteilen und andere Funktionsstörungen durch:		
10.1	Ungeeignete Werkstoffeigenschaften, z. B. mangelnde Duktilität und Ermüdungsfestigkeit: — Verschieben sich bewegender Teile; — ungesteuerte Bewegungen; — Bersten; — Entweichen gefährlicher Fluide; — Herausschleudern von drucktragenden Teilen oder Partikeln.	5.10.3	
10.2	Unverträglichkeit zwischen den Werkstoffen und den damit verwendeten Schmiermitteln oder anderen Fluiden und mit den verarbeiteten Gasen	5.10.3	7.2.1.6 g), h), i), m), n), o), p), 7.2.2.2
10.3	Flüssigkeitsschlag	5.10.5	7.2.1.7 l)
10.4	Überbeanspruchung der eingebauten Rohrleitungen, Schläuche und Hilfseinrichtungen	5.2.3	7.2.1.6 r)
10.5	Überbeanspruchung von Elementen zur Kraftübertragung, z. B. Kupplung, Getriebe, Welle	5.10.3	
10.6	Minderdrehzahl/Überdrehzahl/kritische Drehzahl	5.2.7	7.2.1.7 n)
10.7	Überschreiten der Prozesstemperatur	5.5, 5.7.2, 5.7.3, 5.7.4, 5.8.1, 5.8.3, 5.8.4, 5.10.1, 5.10.7, 5.10.8	7.2.1.6 c), 7.2.2.2
10.8	Versagen des Wellenabdichtungssystems	5.7.8	
10.9	Stoßspannung eines Turbokompressors	5.10.3, 5.10.9	
10.10	Axialer Versatz der Welle	5.10.3	
10.11	Rückwärtslauf	5.2.9	
11	Gefährdungen durch Zugang zu gefährlichen Bereichen, z. B.:		
11.1	— mechanische Gefährdungen, z. B. Quetschen, Scheren, Einziehen, Fangen oder Verfangen; — Atembeschwerden, Ersticken, Gesundheitsbeeinträchtigung, Vergiftung; — eingeschlossen werden/sein.	5.2.2.5, 5.7.7	7.2.1.6 q), 7.2.2.1, 7.2.2.2
12	Gefährdungen durch Anheben und Transport:		
12.1	— z. B. Quetschen, Verlust der Standfestigkeit	5.2.4, 5.2.5, 5.2.5.8	7.2.1.4

Tabelle 1 (6 von 6)

Nr	Art der Gefährdung	Verweis auf die Sicherheitsanforderung	
		Durch Konstruktion oder trennende Schutzeinrichtungen	Informationen für den Gebrauch
13	Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Hinfallen von Personen (in Bezug auf Maschinen)	5.2.6	
14	Gefährdungen durch unzureichende Informationen für den Gebrauch		7
15	Zusätzliche Gefährdungen durch straßenfahrbare Kompressoren		
15.1	Abgase/Sauerstoffmangel/giftige Gase am Arbeitsplatz		7.2.1.8 f), h), 7.2.1.11 e)
15.2	Lärm am Arbeitsplatz des Bedieners	6.5	7.2.1.10
15.3	Gefährdungen durch die Handhabung der Masche (fehlende Standfestigkeit)	5.2.5.8, 5.9.2	7.2.1.11 d)
15.4	Gefährdungen durch den Motor und die Batterien	5.3.5.2	
15.5	Gefährdungen durch das Ankoppeln und Schleppen	5.2.5.8, 5.9.3	7.2.1.11 a), f)
15.6	Mangelnde oder ungeeignete visuelle oder akustische Warneinrichtungen		7.3.3
15.7	Ungesunde Körperhaltung oder Überanstrengung	5.9.3	

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Die Maschinen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Zusätzlich muss die Maschine nach den Grundsätzen von EN ISO 12100 bezüglich relevanter, jedoch nicht signifikanter Gefährdungen, die im vorliegenden Dokument nicht behandelt werden, konstruiert sein.

Wenn für die Anwendung von Typ-B-Normen, auf die in dieser Europäischen Norm verwiesen wird, wie z. B. EN 60204-1, EN 4414, EN 953 und anderen in Abschnitt 2 der vorliegenden Norm aufgeführte Normen, eine Auswahl getroffen werden muss und die spezifischen Maßnahmen nicht in diesem Abschnitt angegeben sind, so ist vom Hersteller eine geeignete Risikobeurteilung durchzuführen, um diese Entscheidungen zu treffen.

Die Risikobeurteilung nach EN ISO 12100, die wegen der Veränderlichkeit der behandelten Maschinen erforderlich ist, sollte Teil der allgemeinen Risikobeurteilung sein, die ein Hersteller durchführen sollte, um jegliche Gefährdungen, die nicht in dieser Norm behandelt werden (siehe Einleitung), zu erkennen und auf sie zu reagieren. Wenn diese Norm eine bestimmte Gefährdung, die mithilfe der vom Hersteller durchgeführten Risikobeurteilung als signifikant erkannt wurde, nicht vollständig behandelt, sollten die damit verbundenen Risiken, soweit durchführbar, durch die Grundsätze der inhärent sicheren Konstruktion verringert werden. Wenn das Restrisiko nicht vertretbar ist, sollte dieses Risiko durch die Anwendung von Schutzeinrichtungen verringert werden. Beruhen derartige Schutzeinrichtungen auf sicherheitsbezogenen Steuerungssystemen, sollten entweder EN ISO 13849-1, EN 62061, EN 61508 oder EN 61511 angewendet werden. Für die Anwendung dieser Normen in Verbindung mit Prozessgaskompressoren/-kompressoranlagen siehe Anhang C der vorliegenden Norm für Leitlinien und Beispiele. Kann das Risiko durch diese Maßnahmen nicht auf ein vertretbares Niveau verringert werden (siehe Risikograph in Bild C.4), sollten Angaben zu Vorgehensweisen erarbeitet und dokumentiert werden, die zur Regelung des Restrisikos erforderlich sind. Die Festlegung dieser in diesem Absatz genannten zusätzlichen Maßnahmen fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm sondern in den Verantwortungsbereich des Kompressor- oder Kompressoranlagenherstellers.

Die zur Einhaltung der Anforderungen dieses Abschnitts getroffenen Maßnahmen müssen den Stand der Technik berücksichtigen, wenn wirksamere technische Einrichtungen zur Verfügung stehen.

Bei der Gestaltung und Konstruktion von Prozesskompressoren verwendete Komponenten müssen die Anforderungen der jeweils geltenden Normen erfüllen. Diese Normen mit den darin enthaltenen spezifischen normativen Verweisungen müssen Vorrang besitzen.

5.2 Mechanische Sicherheit

5.2.1 Allgemeines

Äußere Formen (z. B. scharfe Kanten) von zugänglichen Teilen der Maschine, die zu Schnittverletzungen, Stichverletzungen usw. führen könnten, müssen vermieden werden.

5.2.2 Trennende Schutzeinrichtungen

5.2.2.1 Allgemeines

Wenn feststehende trennende Schutzeinrichtungen zur regelmäßigen Instandhaltung entfernt werden müssen, müssen ihre Befestigungssysteme an der Schutzeinrichtung oder Maschine angebracht bleiben, wenn die Schutzeinrichtungen ausgebaut werden.

5.2.2.2 Schneiden und Abtrennen, Reiben und Abreiben

Alle sich bewegenden Bauteile müssen von einem dauerhaften Kompressorgehäuse oder einer Kompressoranlagenabdeckung, einem Gehäuse oder Schutzdach umgeben sein. Ist das nicht möglich, sind gesonderte trennende Schutzeinrichtungen anzubringen, um die Berührung aller sich drehenden oder hin- und herbewegenden Bauteile zu verhindern und das Risiko des Schneidens und Abtrennens, Reibens und Abreibens für das Personal gering zu halten, in Übereinstimmung mit EN 953:1997+A1:2009, Abschnitt 5, sowie mit EN ISO 13857 bezüglich der Sicherheitsabstände.

Die Benennung „sich bewegende Bauteile“ kann Teile umfassen, die sich unregelmäßig bewegen sowie Teile, die sich nur unter bestimmten Betriebsbedingungen bewegen.

5.2.2.3 Körperkontakt

Trennende Schutzeinrichtungen müssen ausreichend steif sein, sodass sie sich bei Körperkontakt nicht übermäßig verbiegen. Derartige Durchbiegungen dürfen nicht zu einem Kontakt mit beweglichen Teilen führen und sollten nicht zu einer dauerhaften Verformung der trennenden Schutzeinrichtung führen. Die Festlegung bezüglich der Biegesteifigkeit von trennenden Schutzeinrichtungen müssen EN 953:1997+A1:2009, 5.5.3, entsprechen.

5.2.2.4 Herausschleudern von Teilen

Sich bewegende Bauteile müssen so konstruiert und eingebaut werden, dass die Gefahr des Herausschleuderns von Teilen in allen vorhersehbaren Betriebsarten gering gehalten wird. Wenn durch die Risikobewertung ein Restrisiko für das Herausschleudern von Teilen festgestellt wird, z. B. eines Antriebsriemens bei einem riemengetriebenen Kompressor, muss die Schlagbeständigkeit der trennenden Schutzeinrichtungen EN 953:1997+A1:2009, 5.5.2, entsprechen.

Wenn innerhalb einer geschlossenen Schutzeinrichtung Kühlung erforderlich ist, darf ein geeignetes Kühlmittel, wie z. B. Öl oder Stickstoff, eingespritzt werden.

5.2.2.5 Öffnungen in trennenden Schutzeinrichtungen

Öffnungen in trennenden Schutzeinrichtungen, z. B. durch die Verwendung von Sieben, müssen die Sicherheitsabstände von EN ISO 13857 einhalten.

5.2.2.6 Zugangsöffnungen in trennenden Schutzeinrichtungen

Zugangsöffnungen für Inspektions- und Wartungsarbeiten, z. B. in Schallschutzhauben, die ebenfalls die Funktion einer trennenden Schutzeinrichtung erfüllen, z. B. Schwungradgehäuse, müssen diesem Abschnitt und EN 953:1997+A1:2009, Abschnitt 5, entsprechen.

Wenn für Wartungsarbeiten der Zugang zu geschützten Bereichen erforderlich ist, während sich der Kompressor noch in Betrieb befindet, müssen die zusätzlich erzeugten Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010, 6.3.2.4, berücksichtigt werden.

Zugangsöffnungen können in vier Arten unterteilt werden, die den folgenden Bestimmungen unterliegen:

- a) Zugangsöffnungen, die groß genug für den Ganzkörperzugang sind und die mit Werkzeugen geöffnet werden können oder über ein Schloss mit einem Schlüssel verfügen, z. B. verschraubte Elemente oder verriegelbare Türen einer Schallschutzhaube, die ebenfalls die Funktion einer trennenden Schutzeinrichtung erfüllt:

Die Verwendung von Werkzeugen und Schlössern für die Zugangskontrolle ist zulässig, solange die erwartete Zugangshäufigkeit gering ist. Die für die Öffnung vorhandene trennende Schutzeinrichtung muss EN 953:1997+A1:2009, 5.4.3, entsprechen. Zugangsöffnungen dieser Art erfordern keine zusätzlichen Gestaltungsmerkmale. Siehe 7.2.2.2 für Informationen zu Kontrollverfahren hinsichtlich des Zugriffs auf Schlüssel.

Zugangsöffnungen, die groß genug für den Ganzkörperzugang sind und ohne Werkzeuge geöffnet werden können und nicht über ein Schloss mit einem Schlüssel verfügen, z. B. Tür mit Verriegelung einer Schallschutzhaube, die ebenfalls die Funktion einer trennenden Schutzeinrichtung erfüllt.

Die als Öffnung vorhandene Tür muss EN 953:1997+A1:2009, 5.4.8, entsprechen.

Die Zugangsöffnungen dieser Art müssen über Vorrichtungen zum automatischen Abschalten eines laufenden Kompressors, bevor und während die trennende Schutzeinrichtung geöffnet wird, verfügen.

Der Kompressor muss so lange, wie die Öffnung geöffnet ist, vor unbeabsichtigtem Start/Neustart nach 5.4.2 der vorliegenden Norm geschützt sein.

Ein unbeabsichtigter Start muss beispielsweise wie folgt vermieden werden:

- 1) Vermeiden, dass sich die Tür schließt, wenn eine Person sich im Inneren befindet, z. B. durch eine mithilfe eines Vorhängeschlosses in der geöffneten Stellung verriegelbare Tür. Siehe 7.2.2.2 für Warnhinweise und Informationen zu den Verfahren; oder
 - 2) Andernfalls muss die Tür von innen zu öffnen sein und der Start des Kompressors muss die Betätigung einer separaten Neustartkontrolle erfordern, bevor der Startvorgang beginnen kann.
- b) Zugangsöffnungen, die groß genug für den Zugang von Körperteilen sind und die nur mit Werkzeugen geöffnet werden können oder über ein Schloss mit einem Schlüssel verfügen, z. B. verschraubte Inspektionshaube von Getriebegehäusen:

Die für die Öffnung vorhandene trennende Schutzeinrichtung muss EN 953:1997+A1:2009, 5.4.3, entsprechen.

Zugangsöffnungen dieser Art erfordern keine zusätzlichen Gestaltungsmerkmale.

- c) Zugangsöffnungen, die groß genug für den Zugang von Körperteilen sind und die ohne Werkzeuge geöffnet werden können und nicht über ein Schloss mit einem Schlüssel verfügen:

Beispielsweise Zugangsöffnungen in trennenden Schutzeinrichtungen von Schwungrädern, die erforderlich sind, um den Zugang zu Schwungradmarkierungen, Radnabe und anderen Teilen, die Aufmerksamkeit erfordern, zu ermöglichen

Die für die Öffnung vorhandene trennende Schutzeinrichtung muss entweder eine feststehende oder eine selbstschließende trennende Schutzeinrichtung sein. Wenn das nicht möglich ist, gelten die Bestimmungen von 7.2.1.6 q) der vorliegenden Norm.

In der Regel wird unter einer „hohen“ Zugangshäufigkeit ein Zugang verstanden, der mehr als einmal täglich erfolgt.

5.2.3 Verletzung durch Fluidstrahl

Die Gefahr einer Verletzung des menschlichen Körpers durch einen Fluidstrahl (Gas oder Flüssigkeit) ist durch folgende Maßnahmen auf ein Mindestmaß zu verringern:

- *Konstruktion und Abstützung der eingebauten Rohrleitungen, Schläuche und Hilfseinrichtungen, sodass diese Schwingungen, Wärmedehnungen, ihrer eigenen Masse, absehbaren äußeren Kräften, dem Einfluss von Verunreinigungen und chemischen Stoffen von außen standhalten;*
- *Sicherstellung, dass alle Rohrleitungen, die sich in einer Lage befinden, in der sie unter Umständen beschädigt werden können, geschützt, robust sowie genügend gestützt sind, sich jedoch bei Temperaturänderungen frei bewegen können;*
- *Sicherstellung, dass die Konstruktion von Öl-/Kühlmittelstopfen verhindert, dass gefährliche Fluide entweichen, z. B. durch Mittel, die das Lösen des Stopfens unter Druck verhindern bzw. durch ein wirksames Warnsystem;*
- *bei der Konstruktion und Lage von Druckentlüftern und Ablassvorrichtungen muss die Geschwindigkeit der möglicherweise ausgeschiedenen Stoffe Luft, Gas, Dampf oder Flüssigkeit beachtet werden.*

5.2.4 Verlust der Standfestigkeit

5.2.4.1 Allgemein zutreffend

Kompressoranlagen müssen EN ISO 12100:2010, 6.2.6, entsprechen.

5.2.4.2 Straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen

Der Schwerpunkt der Motor-Kompressor-Kombination muss nahe genug an der tragenden Oberfläche liegen, um sicherzustellen, dass der Kompressor ohne zu kippen oder zu rutschen in einer sicheren Position verbleibt, wenn er innerhalb der vorgesehenen Grenzen verwendet wird. Die vorgesehenen Grenzen müssen in der Betriebsanleitung festgelegt sein, die mit dem Kompressor geliefert wird (siehe 7.2.1.11 d)).

Reifen eines straßenfahrbaren Kompressors müssen so bemessen sein, dass sie die höchste Gesamtmasse des straßenfahrbaren Kompressors bei der höchsten Schleppgeschwindigkeit, für die die Kompressoranlage vorgesehen ist, tragen können. Alle Reifen müssen von derselben Bauart sein.

Das Standbein oder Stützrad muss in der Lage sein, die Gesamtachslast der straßenfahrbaren Kompressoranlage, wie in der Betriebsanleitung festgelegt, zu tragen. Es muss möglich sein, dieses in sicherer Weise sowohl in der Stütz- als auch in der Fahrposition, beispielsweise mithilfe einer Klemmverstellung oder eines herausnehmbaren Stiftes in Aufnahmebohrungen, festzustellen.

Die Stützradvorrichtung muss formschlüssig in der Zugdeichsel gehalten werden, falls der Bediener diese unverriegelt lässt.

ANMERKUNG *Straßenfahrbare Kompressoranlagen, die auf öffentlichen Straßen verwendet werden, unterliegen auch den Regelungen, die Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger betreffen.*

5.2.5 Anheben und Transport von Kompressoranlagen und deren Teilen

5.2.5.1 Allgemeines

Wenn das Anheben eines Kompressors oder einer Kompressoranlage nicht ohne Anhebepunkte möglich ist, müssen welche vorhanden sein. Die Gestaltung der Anhebepunkte muss auf Folgendem beruhen:

- der Last;
- der Anordnung und Anzahl der Anhebepunkte;
- der möglichen Richtung der Kräfte, die auf die Anhebepunkte wirken;
- der Anwendung geeigneter Sicherheitsbeiwerte.

5.2.5.2 Last

5.2.5.2.1 Statische Last

Die statische Last (F_s), in N, ist das Produkt aus der Erdbeschleunigung (g), in m/s^2 , und der maximalen Masse (m) der Last, in kg. Dies entspricht:

$$F_s = m \cdot g \quad (1)$$

Dabei ist

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

5.2.5.2.2 Dynamische Last

Für die Berechnung der dynamischen Last zur Berücksichtigung der Beschleunigung während des Hubvorgangs gilt mindestens ein Dynamik-Beiwert von $\phi_2 = 2,5$ (Wert für den schlimmsten anzunehmenden Fall nach EN 13001-2). Die dynamische Last (F_d) ist das Produkt aus dem Dynamik-Beiwert und der statischen Last (F_s). Dies entspricht:

$$F_d = \phi_2 \cdot F_s \quad (2)$$

Ist eine höhere Beschleunigung zu erwarten, muss diese berücksichtigt werden, indem ϕ_2 bei der Berechnung der dynamischen Vertikallast angepasst wird.

Wenn bekannt ist, dass der maximale Dynamik-Beiwert der zu verwendenden Hubvorrichtung kleiner als 2,5 ist (z. B. kleiner als 2,5 bei Verwendung von Hubvorrichtungen an der Grenze ihres Hubvermögens), kann dies bei der Berechnung der dynamischen Last berücksichtigt werden. In diesem Fall sind die maximal zulässige Hubklasse und die Hubgeschwindigkeit nach EN 13001-2 in der Betriebsanleitung und den Transportunterlagen anzugeben (siehe 7.2.1.4). Außerdem müssen dieselben Informationen auf geeigneten Schildern angegeben werden, die in der Nähe der Anhebepunkte angebracht sind.

5.2.5.3 Anordnung und Anzahl der Anhebepunkte

Folgendes ist bei der Festlegung der Anordnung und der Anzahl der Anhebepunkte zu berücksichtigen:

- a) Bei starren Kompressoren oder Kompressoranlagen darf die Anzahl der zu verwendenden Anhebepunkte nicht mehr als vier betragen.
- b) Ein mögliches Kippen der Last während des Hubvorgangs muss verhindert werden. Vorzugsweise sollten die Anhebepunkte oberhalb des Lastenschwerpunkts liegen.

ANMERKUNG Das Anordnen der Anhebepunkte weiter in der horizontalen Ebene vom Schwerpunkt entfernt verringert ebenfalls das Kipprisiko.

- c) Die geometrische Position der Anhebepunkte sollte vorzugsweise symmetrisch zum Schwerpunkt des Kompressors oder der Kompressoranlage liegen und muss sich in derselben Ebene befinden. In einigen Fällen kann eine unsymmetrische Anordnung der Anhebepunkte in derselben Ebene jedoch nicht vermieden werden. Das führt zu einer potentiell größeren Belastung eines bestimmten Anhebepunkts oder einer Stütze der Hubvorrichtung, was bei der Konstruktion und in den mitgelieferten Informationen zu berücksichtigen ist. Die Lastverteilung auf die Anhebepunkte muss wie folgt angenommen werden:
 - 1) Ein Anhebepunkt: der Anhebepunkt wird der gesamten Last ausgesetzt.
 - 2) Zwei Anhebepunkte: die Last jedes Anhebepunkts muss unter Berücksichtigung des Momentengleichgewichts bestimmt werden.

- 3) Drei Anhebepunkte: die Last jedes Anhebepunkts muss unter Berücksichtigung des Momentengleichgewichts und der Kräfte bestimmt werden. Die vertikal auf die Anhebepunkte wirkende Last muss nach Bild 1, in dem die Mindestwerte festgelegt sind, bestimmt werden:

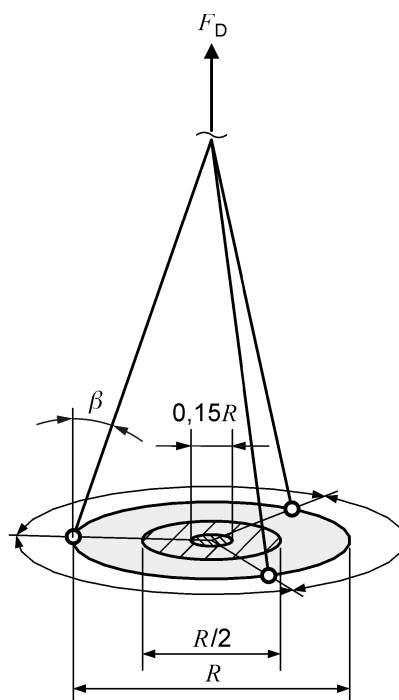
- i) Bereich, in dem die symmetrische Anordnung des Lastschwerpunkts wie folgt angenommen werden kann:

vertikal auf jeden Anhebepunkt wirkende Last = $F_D/2,3$;

- ii) Bereich, in dem eine unsymmetrische Anordnung des Lastschwerpunkts vorliegt und wie folgt angenommen werden kann:

vertikal auf jeden Anhebepunkt wirkende Last = $F_D/1,5$;

- iii) eine individuelle Analyse ist erforderlich;



Legende

- Anordnung der Anhebepunkte
- ▨ symmetrische Anordnung des Schwerpunkts: $F_D/2,3$
- ▧ unsymmetrische Anordnung des Schwerpunkts: $F_D/1,5$
- eine individuelle Analyse ist erforderlich

Bild 1 — Lastverteilung auf drei Anhebepunkte

- 4) Vier Anhebepunkte: die auf jeden Anhebepunkt wirkende Last muss unter Berücksichtigung des Gleichgewichts der Momente und der Kräfte bestimmt werden. Die vertikal auf die Anhebepunkte wirkende Last muss nach Bild 2, in dem die Mindestwerte festgelegt sind, bestimmt werden:

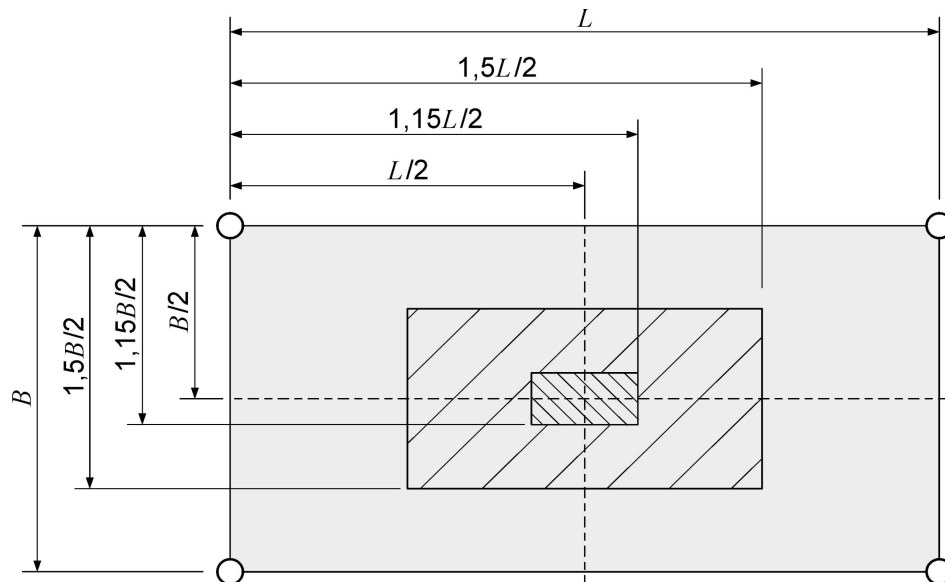
- i) Bereich, in dem die symmetrische Anordnung des Lastschwerpunkts wie folgt angenommen werden kann:

vertikal auf jeden Anhebepunkt wirkende Last = $F_D/3$;

- ii) Bereich, in dem die unsymmetrische Anordnung des Lastschwerpunkts gilt und wie folgt angenommen werden kann:

vertikal auf jeden Anhebepunkt wirkende Last = $F_D/2$;

- iii) eine individuelle Analyse ist erforderlich.



Legende

- Anordnung der Anhebepunkte
- symmetrische Anordnung des Schwerpunkts: $F_D/3$
- unsymmetrische Anordnung des Schwerpunkts: $F_D/2$
- eine individuelle Analyse ist erforderlich

Bild 2 — Lastverteilung auf vier Anhebepunkte

- 5) Mehr als vier Anhebepunkte: es kann keine allgemeine Aussage getroffen werden. Eine individuelle Analyse ist erforderlich.

5.2.5.4 Einfluss der Richtung der auf die Anhebepunkte wirkenden Kräfte

Die vorhersehbare Richtung der auf die Anhebepunkte wirkenden Kräfte (Neigungswinkel (β) zwischen der Vertikalen und dem Hebezubehör, siehe Bild 3) muss berücksichtigt werden.

Der Winkel β hat Einfluss auf die aufgebrachte Last, die sich erhöht, wenn sich der Winkel β erhöht. Bei normaler Anwendung des Hebezubehörs sollte der Winkel β nicht mehr als 60° betragen.

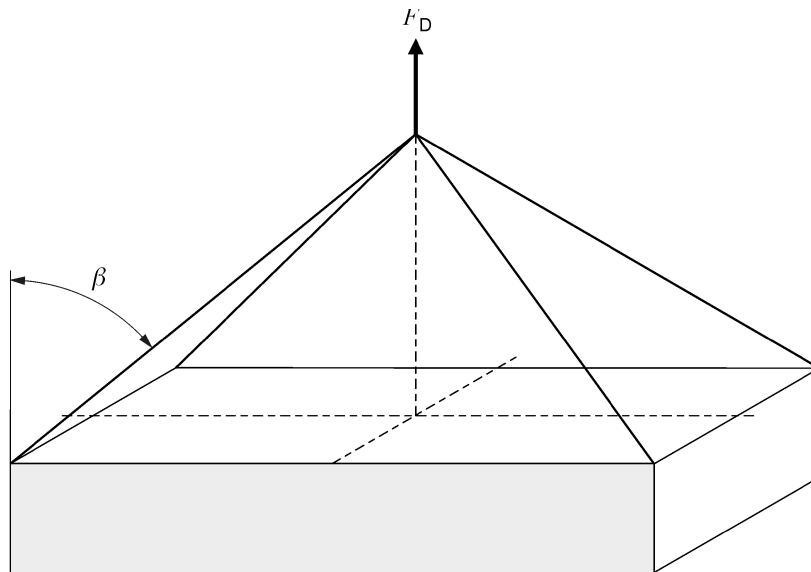


Bild 3 — Neigungswinkel (β)

5.2.5.5 Sicherheitsbeiwerte

Die Anhebepunkte müssen so ausgelegt sein, dass sie einer Last standhalten, die gleich dem statischen Sicherheitsbeiwert des (S_s)-Fachen der statischen Last ist. Anhebepunkte müssen diese Last aushalten können, wobei jedoch dauerhafte Verformungen oder sichtbare Schäden auftreten dürfen.

Der statische Sicherheitsbeiwert S_s beträgt:

- 4 für Werkstoffe, die bei den während des Hubvorgangs vorherrschenden Temperaturen duktil sind;
- mindestens 9 für Werkstoffe, die bei den während des Hubvorgangs vorherrschenden Temperaturen nicht duktil sind.

Anhebepunkte müssen so ausgelegt sein, dass sie dem Produkt aus dynamischer Last und S_D ohne dauerhafte Verformung standhalten.

Der dynamische Sicherheitsbeiwert S_D beträgt:

- 1,1 für Werkstoffe, die bei den während des Hubvorgangs vorherrschenden Temperaturen duktil sind;
- mindestens 9 für Werkstoffe, die bei den während des Hubvorgangs vorherrschenden Temperaturen nicht duktil sind.

5.2.5.6 Überlegungen zur Konstruktion

Um in der Praxis eine symmetrische Lastverteilung zu erreichen, ist eine Mindestflexibilität der Hebeeinrichtungen notwendig. Bei äußerst starren Hebeeinrichtungen kann eine ungleichmäßige Lastverteilung auftreten. Dies kann vermieden werden, indem die Anhebepunkte so konstruiert werden (z. B. durch Beschränkung der Größe und Form der Anhebepunkte), dass die Verwendung von Hebeeinrichtungen mit übermäßigen Hubkapazitäten verhindert wird.

Einige schwere Bauteile des Kompressors oder der Kompressoranlage können Anhebepunkte besitzen, um deren Montage zu erleichtern. Es ist sicherzustellen, dass die Anhebepunkte dieser Bauteile nicht als Anhebepunkte zum Anheben des montierten Kompressors oder der montierten Kompressoranlage verwendet werden.

Möglichkeiten hierfür sind:

- Auslegung zum Entfernen oder Verblenden der Anhebepunkte dieser Bauteile nach dem Transport;
- Größenbeschränkung für Anhebepunkte dieser Bauteile, sodass ausschließlich spezielle Hebeeinrichtungen verwendet werden können;
- Kennzeichnung mit einem bestimmten Symbol (siehe A.18) oder Angabe von schriftlichen Anweisungen (siehe 7.2.1.4 der vorliegenden Norm).

ANMERKUNG Es gibt genormte Komponenten, wie Bügel, Ösen und andere Aufhängungen und Anhebepunkte (siehe z. B. EN ISO 3266).

5.2.5.7 Verzurrpunkte

Falls ein Verzurren ohne bestimmte Verzurrpunkte nicht möglich ist, müssen die erforderlichen Verzurrpunkte nach EN 12195-1 gestaltet und eingearbeitet sein.

Die Verzurrpunkte müssen so ausgelegt sein, dass sie dem S_1 -Fachen der Last nach EN 12195-1 standhalten. Auch wenn die Verzurrpunkte dieser Last standhalten, können dauerhafte Verformungen oder Mängel, die diese Anforderung nicht betreffen, auftreten. Der Sicherheitsbeiwert S_1 beträgt 3 für duktile Werkstoffe (EN 13155).

Verzurrpunkte müssen so ausgelegt sein, dass sie dem S_2 -Fachen der Last nach EN 12195-1 standhalten; dabei ist $S_2 = 2$ ohne dauerhafte Verformung (siehe EN 13155).

Es ist sicherzustellen, dass diese Verzurrpunkte nicht als Anhebepunkte verwendet werden. Möglichkeiten hierzu sind:

- Auslegung zum Entfernen oder Verblenden der Verzurrpunkte nach dem Transport;
- Größenbeschränkung für Verzurrpunkte dieser Bauteile, sodass ausschließlich spezielle Verzurreinrichtungen verwendet werden können;
- Kennzeichnung mit einem bestimmten Symbol (siehe A.19) oder Angabe von schriftlichen Anweisungen (siehe 7.2.1.4 der vorliegenden Norm).

5.2.5.8 Straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen

a) *Fahrbare Kompressoranlagen ohne Straßenzulassung müssen folgende Anforderungen erfüllen:*

- 1) *bei Maschinen mit einer Gesamtmasse über 750 kg muss ein Park-Bremssystem angebracht sein;*
- 2) *bei Maschinen mit einer Gesamtmasse von weniger als 750 kg, die nicht über ein Park-Bremssystem verfügen, gilt 7.2.1.11 h);*

ANMERKUNG *Fahrbare Kompressoranlagen, die auf öffentlichen Straßen verwendet werden, unterliegen auch den Bestimmungen, die für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger gelten.*

b) *wenn das Anheben einer Kompressoranlage erforderlich ist, sollte die Kompressoranlage vorzugsweise nur einen Anhebepunkt haben. Die Konstruktion der/des Hebeöse(n)/-bügel(s) muss auf Folgendem basieren:*

- 1) *einer Mindest-Vertikallast, die dem 2,5-Fachen (schlimmster anzunehmender Wert nach EN 13001-2) der Gesamtmasse der Maschine entspricht, die durch die Beschleunigung während des Anhebens entstehen kann;*
- 2) *allen zusätzlichen Lasten, die durch eine ungleichmäßige Verteilung der Masse der Maschine entstehen;*

c) *für straßenfahrbare und auf Grundrahmen montierte Kompressoranlagen müssen Verzurrpunkte vorgesehen sein, um ein sicheres Befestigen an einem Fahrzeug, auf dem der Kompressor befördert werden kann, zu ermöglichen. Diese Verzurrpunkte sind nach A.21, zu kennzeichnen.*

5.2.6 Rutschen, Stolpern und Stürzen

Wenn der Zugang zu erhöhten Bereichen um einen Kompressor herum erforderlich ist und diese Bereiche Teil eines Kompressors oder einer Kompressoranlage sind, müssen diese Zugangsbereiche EN ISO 12100:2010, 6.3.5.6, entsprechen.

Dauerhafte Zugangsvorrichtungen zu Arbeitsbühnen, Übergangsbrücken, fest angebrachten Leitern und Treppen müssen den Anforderungen von EN ISO 14122-1, EN ISO 14122-2, EN ISO 14122-3 und EN ISO 14122-4 entsprechen.

Wenn der Zugang zu erhöhten Bereichen erforderlich ist, die kein fester Bestandteil der Kompressoranlage sind, sind geeignete Spezifikationen und Montageanweisungen in der Betriebsanleitung anzugeben.

Die Bereitstellung und/oder Montage von Arbeitsbühnen sowie deren Zugang durch den Anwender sollte durch eine formelle Vereinbarung zwischen Kompressorhersteller und dem Anwender erfolgen.

5.2.7 Drehzahl

5.2.7.1 Überdrehzahl

Sollte das Antriebssystem in der Lage sein, den Kompressor mit Drehzahlen zu betreiben, die deutlich höher sind als die Höchstdrehzahl des Kompressors, muss ein Überdrehzahlschutz des Antriebssystems vorhanden sein, um mechanische Beschädigung des Kompressors oder der Kompressoranlage zu verhindern, damit Personen und die Umgebung geschützt sind.

Der erforderliche Performance Level (PL) nach EN ISO 13849-1 oder der Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach EN 61508/EN 61511/EN 62061 der sicherheitsbezogenen Teile des Überdrehzahl-Schutzsystems muss bestimmt werden (für Leitlinien siehe Anhang C).

5.2.7.2 Minderdrehzahl und kritische Drehzahlbereiche

ANMERKUNG Einige Bauteile benötigen für den ordnungsgemäßen Betrieb bestimmte Drehzahlen, wie beispielsweise:

Wenn Trockengasdichtungen bei Drehzahlen betrieben werden, die niedriger sind als ihre zulässige Mindestdrehzahl, erhöht sich der Verschleiß deutlich.

Wenn der normale Betriebsdrehzahlbereich des Kompressors/der Kompressoranlage höher ist als die laterale oder Torsions-Eigenfrequenz, kann eine Verringerung der Drehzahl bewirken, dass der Kompressor/die Kompressoranlage mit kritischen Drehzahlen läuft und dadurch mechanische Schäden verursacht werden.

In einigen Fällen können Kompressoren sogar innerhalb des gesamten Betriebsdrehzahlbereichs kritische Drehzahlbereiche besitzen. Diese kritischen Drehzahlbereiche eignen sich nicht für den kontinuierlichen Betrieb.

Da die Betriebsdauer bei diesen Drehzahlen so kurz wie möglich zu halten ist, muss die mit dem Kompressor gelieferte Betriebsanleitung die Verfahren enthalten (z. B. Startvorgang), mit denen ein zu langer Betrieb innerhalb kritischer Drehzahlbereiche vermieden wird (siehe 7.2.1.8 n)).

Der erforderliche Performance Level (PL) nach EN ISO 13849-1 oder der Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach EN 61508/EN 61511/EN 62061 der sicherheitsbezogenen Teile des Minderdrehzahl-Schutzsystems muss bestimmt werden (für Leitlinien, siehe Anhang C).