

DIN EN 12547

ICS 71.040.20

Ersatz für
DIN EN 12547:1999-04
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Zentrifugen –
Allgemeine Sicherheitsanforderungen;
Deutsche Fassung EN 12547:1999+A1:2009**

Centrifuges –
Common safety requirements;
German version EN 12547:1999+A1:2009

Centrifugeuses –
Prescriptions communes de sécurité;
Version allemande EN 12547:1999+A1:2009

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2009-09-01.

Daneben darf DIN EN 12547:1999-04 bis 2009-12-28 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 313 „Zentrifugen — Sicherheitsanforderungen“ (Sekretariat: SIS, Schweden) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 12547:1999+A1:2009.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-19-01-AA „Zentrifugen“ im Fachbereich Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Zentrifugen sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

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

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG (gültig bis 28. Dezember 2009) sowie mit Wirkung vom 29. Dezember 2009 der neuen EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im 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 Gemeinschaften 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.

Änderungen

Gegenüber der DIN EN 12547:1999-04 sind folgende Änderungen vorgenommen worden:

- a) redaktionelle Anpassungen von Normenverweisen in den Abschnitten 1.3.2 und 2 sowie in Anhang E;
- b) Inhaltliche Anpassungen an die grundlegenden Anforderungen der ab dem 29.12.2009 verbindlich in Kraft tretenden Maschinenrichtlinie 2006/42/EG in den Abschnitten 1, 5.2.6, 5.3.1, 8.2 sowie in Anhang A;
- c) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang dieser Europäischen Norm mit den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12547: 1999-04

Deutsche Fassung

**Zentrifugen —
Allgemeine Sicherheitsanforderungen**

Centrifuges —
Common safety requirements

Centrifugeuses —
Prescriptions communes de sécurité

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 6. November 1998 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 22. Februar 2009 vom CEN angenommen wurde.

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 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
3.1 Allgemeine Begriffe	7
3.2 Teile einer Zentrifuge	8
3.3 Betriebsbegriffe	9
4 Liste der Gefährdungen	10
5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Mechanische Gefährdungen	11
5.3 Elektrische Gefährdungen	17
5.4 Ergonomische Gefährdungen	18
5.5 Gefährdung durch Konstruktionswerkstoffe	19
5.6 Gefährdung durch Schleudergut und/oder Betriebsstoffe	19
5.7 Ausfall von sicherheitsrelevanten Teilen von Steuersystemen	19
5.8 Lärm	20
6 Nachweis von Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Nachweis der mechanischen Festigkeit von Zentrifugen	22
7 Benutzerinformationen	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Datenblatt	23
7.3 Aufstellung	24
7.4 Betrieb und Routinewartungsarbeiten	25
7.5 Wartung und Reparatur	26
7.6 Ausbildung	26
7.7 Außerbetriebnahme	27
8 Kennzeichnungen, Zeichen und schriftliche Warnungen	27
8.1 Allgemeines	27
8.2 Typenschild	27
8.3 Zeichen und Warnungen	27
Anhang A (normativ) Verzeichnis der Gefährdungen	28
Anhang B (informativ) Analyse der statischen Beanspruchung für zylindrische Trommeln	30
Anhang C (normativ) Geräuschmessregel für Zentrifugen	37
Anhang D (informativ) Zusätzliche Terminologie	40
Anhang E (informativ) Literaturhinweise	52
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	53
Anhang ZB (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	54

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12547:1999+A1:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 313 „Zentrifugen — Sicherheitsanforderungen“ 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 September 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument enthält die am 22. Februar 2009 von CEN genehmigte Änderung 1.

Dieses Dokument ersetzt EN 12547:1999.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen **A1** **A1** angezeigt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

A1 Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informative Anhänge ZA und ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

Anhänge A und C dieser Europäischen Norm sind normative Anhänge, dagegen Anhänge B, D, E, ZA und ZB informative Anhänge **A1**

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

Einleitung

Abschnitt 1 legt das Ausmaß dar, in dem die signifikanten Gefährdungen abgedeckt sind. Einzelheiten sind in Abschnitt 4 und Anhang A enthalten. Darüber hinaus müssen Maschinen hinsichtlich allgemeiner Maschinengefährdungen, die nicht Gegenstand dieser Norm sind, der EN 292 entsprechen, soweit diese anwendbar ist.

Außerdem ist beabsichtigt, ausreichend Informationen einzuholen, zu archivieren und zur Verfügung zu stellen, um Zentrifugen sicher aufzustellen, in Betrieb zu nehmen, zu nutzen, zu warten und zu entsorgen, d. h. diese Informationen werden Nutzern von Zentrifugen zur Verfügung gestellt.

Es existieren unterschiedliche Anwendungen und Ausführungen von Zentrifugen. Anhang D enthält dazu weitere Einzelheiten.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese europäische Norm gilt für Zentrifugen, die der Trennung von Flüssig- / Flüssig- / Fest- / Fest- oder mindestens zwei dieser Stoffe dienen. Sie legt die Anforderungen zur Minimierung von Risiken fest, die aus den in 1.2 aufgeführten Gefährdungen entstehen.

Diese Norm behandelt signifikante, mit dem Betrieb von Zentrifugen verbundene Gefährdungen.

1.2 Diese Norm legt die Anforderungen zur Minimierung der durch die folgenden Gefährdungen entstehenden Risiken fest:

- Allen Zentrifugenarten gemeinsame mechanische Gefährdungen, ausgenommen die unter 1.3 aufgeführten Gefährdungen;
- ergonomische Gefährdungen;
- elektrische Gefährdungen.

Die Norm umfasst ebenfalls Anforderungen hinsichtlich der Geräuschmessung.

1.3 Vom Anwendungsbereich ausgenommene Zentrifugenarten und Gefährdungen:

1.3.1 Ausgenommene Zentrifugenarten

- Zentrifugen mit einer kinetischen Rotationsenergie von weniger als 200 Joule;
- Zentrifugen, die vom Hersteller zur Anwendung im Haushalt bestimmt sind;
- Zentrifugen die vom Hersteller gemäß EN 61010-2-020, einschließlich Anhang 1, als Laborzentrifugen bezeichnet sind;
- Zentrifugen die vom Hersteller zum Formen bestimmt sind, z. B. Schleudergussmaschinen.

1.3.2 Ausgenommene Gefährdungen

- Thermische Gefährdungen;
- Spezielle Gefährdungen bei der Verarbeitung radioaktiver Produkte;
- Spezielle Gefährdungen mikrobiologischer Einsatzfälle – einschließlich Gefährdungen durch Viren und Parasiten;
- Gefährdungen aus der Verarbeitung von korrosiven und/oder erosiven Stoffen;
- Gefährdungen durch Verfahren, bei denen brennbare oder explosive Substanzen eingesetzt werden;
- Gefährdungen durch Leckage gefährlicher Substanzen;
- Gefährdungen durch ungeeignete hygienische Konstruktion für Anwendungen bei der Lebensmittelherstellung;
- Spezielle Gefährdungen, entsprechend anderen Anwendungen, die entweder entsprechend anwendungsspezifischen Normen (z. B. EN 12505) oder EN 292 berücksichtigt werden müssen.

1.4 Diese Norm gilt für Zentrifugen, die nach dem Ausgabedatum dieser Norm hergestellt sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 292-1:1991, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie*

EN 292-2:1991, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen*

EN 294:1992, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen*

EN 418:1992, *Sicherheit von Maschinen — NOT-AUS-Einrichtung, funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze*

EN 729-2:1994, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen*

EN 729-3:1994, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen*

EN 894-2:1997, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen für die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen*

prEN 894-3:1992, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile*

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

EN 954-1:1996, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

prEN 1005-2:1993, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen*

EN 1037:1995, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf*

EN 1050:1996, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN 1088:1995, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

EN ISO 3744:1995, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:1995)*

EN ISO 3746:1995, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746:1995)*

EN ISO 4871:1996, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)*

EN ISO 11203:1995, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten*

■^{A1} EN ISO 11688-1:1998, *Akustik — Empfohlene Praxis für die Auslegung von leisen Maschinen und Ausrüstungen — Teil 1: Planung* ^{A1}

EN 50081-2:1994, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Fachgrundnorm Störaussendung — Teil 2: Industriebereich*

EN 50082-2:1995, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Fachgrundnorm Störfestigkeit — Teil 2: Industriebereich*

EN 60204-1:1997, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60529:1991, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

EN 61310-1:1997, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (IEC 61310-1:2007)*

ISO 780:1997, *Packaging — Pictorial marking for handling of goods*

ISO 3266:1984, *Eyebolts for general lifting purposes*

■^{A1} ISO 9296:1988, *Acoustics — Determination noise emission values of computer and business equipment* ^{A1}

ISO 9614-1:1993, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 1: Measurement of discrete points*

ISO 9614-2:1996, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning*

ISO TR 11688-2:1998, *Acoustics — Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment — Part 2: Introduction into physics of low-noise design*

IEC 60364:1992, *Electrical installations of buildings*

3 Begriffe

Die folgenden Definitionen gelten im Rahmen dieser Norm.

Weitere Definitionen, die die bevorzugte Terminologie für alle wesentlichen Teile von Zentrifugen enthalten und gleichzeitig eine unvollständige Liste der Zentrifugenarten darstellen, die zum Verständnis dieser Norm nicht erforderlich sind, sind in Anhang D enthalten.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Zentrifuge

Trenneinrichtung mit einer rotierenden Kammer, in der das Aufgabegut einer (radialen) Beschleunigung ausgesetzt werden kann

3.1.2

Spezifische Zentrifugenkonstruktion

Zentrifugengruppe, die geringe Abweichungen der Grundabmessungen oder Drehzahlen aufweisen kann, grundsätzlich jedoch ähnliche Spezifikation und Konstruktionsmerkmale aufweist

3.2 Teile einer Zentrifuge

3.2.1

Trommel

Kammer zur Aufnahme des Aufgabegutes und so angeordnet, dass sie sich um ihre Symmetrieachse dreht

3.2.2

Versteifungsring

Ring auf dem äußeren Trommelumfang zum Zweck erhöhter Festigkeit

3.2.3

Filtertrommel

Siebtrommel

Korb

für Filterzwecke benutzte Trommel

3.2.4

Vollmanteltrommel

zur Trennung von nicht mischbaren Flüssigkeiten und/oder zum Absetzen von Feststoffen benutzte Trommel

3.2.5

Rotor

zusammengebauter, rotierender Teil der Zentrifuge; er umfasst die Trommel und Welle sowie deren Anbauten

3.2.6

Gehäuse

Kapselung, in der sich zumindest die Trommel dreht und die das Aufgabegut zurückhalten kann, das die Trommel über bestimmte Wege verlässt

ANMERKUNG Das Gehäuse kann aus mehreren Teilen bestehen.

3.2.7

Gehäuseabdeckung

Deckel

mit dem Gehäuse verbundenes Teil als Zugang z. B. zu Inspektion, Betrieb oder Wartung

3.2.8

Austragsvorrichtung

Vorrichtung zum Austrag von Flüssigkeiten und/oder Feststoffen aus dem Zentrifugenrotor

ANMERKUNG Eine solche Einrichtung kann z. B. ein Schälrohr sein, das eine Flüssigkeit aus dem rotierenden Rotor austrägt und zwar durch Eintauchen eines feststehenden Rohres in die Flüssigkeit.

3.2.9

Räumer

Vorrichtung zum Austrag zentrifugierter Feststoffe aus der rotierenden Trommel

3.2.10

Kritische Bauteile

Teile einer Zentrifuge, die bei Versagen oder Bruch zu signifikanten Gefährdungen führen

3.2.11

Besondere Hebezeuge

Vorrichtungen, die speziell zum Anheben oder Umsetzen einer Zentrifuge oder bestimmter Zentrifugenteile vorgesehen sind

3.3 Betriebsbegriffe

3.3.1

Aufgabegut

Stoffe, die zur Trennung und anderen Zwecken in die Zentrifuge aufgegeben werden, z. B. zum Waschen, Reinigen oder Trocknen des Aufgabematerials

3.3.2

Füllmenge

jeweils gesamte Menge des Aufgabegutes in der Trommel

3.3.3

Maximale Füllmenge

aufgrund der Zentrifugen-Grenzwerte, wie z. B. Trommelfestigkeit oder lineare Abmessungen, festgelegte Füllmenge

3.3.4

Reinigen im montiertem Zustand

CIP (en: cleaning in place)

Reinigen der Ausrüstung durch Besprühen oder Zirkulieren chemischer Lösungen und Wasserspülung in, an und über Flächen in der Ausrüstung oder Systemen ohne Demontagen, unter Verwendung der zu diesem Zweck konstruierten und eingebauten Ausrüstung

3.3.5

Kinetische Energie des gesamten rotierenden Systems

gesamte kinetische Energie des Rotors mit der Füllmenge bei Betriebsdrehzahl

3.3.6

Maximal/minimal (zulässige) Temperatur

gemäß Herstellerangaben maximal/minimal zulässige Temperatur des Aufgabegutes

3.3.7

Normaler Betrieb

durch Spezifikation und Auslegung festgelegte Betriebsbedingung der Zentrifuge unter Berücksichtigung von Aufgabe- und Waschmengen, Beanspruchung, Schwingung, Drehzahlen, usw.

3.3.8

Betriebsdrehzahl einer Zentrifuge

Drehzahl gemessen in Umdrehungen pro Zeiteinheit, bei der der Rotor voraussichtlich entweder kontinuierlich oder während jedem Schritt eines Programms mit verschiedenen Drehzahlen rotiert

3.3.9

Spülen

Entfernen von unerwünschten Stoffen aus der Maschine mittels eines Spülmediums

3.3.10

Durchsatz

tatsächliche Aufgabemenge bei Zentrifugen mit kontinuierlicher Aufgabe des Gutes oder — bei chargenweisem bzw. intermittierendem Betrieb — Durchsatz berechnet aus Chargenmenge pro Zyklus und Zykluszeit

3.3.11

Unwucht

ungleichmäßige Verteilung der Füllmenge und/oder der Rotormasse, so dass während der Rotation Schwingkräfte entstehen

3.3.12

Betriebsstoffe

zum Betrieb der Zentrifuge eingesetzte Flüssigkeiten, Gase usw.

3.3.13

Kritische Drehzahl

Charakteristische Drehzahl oder Rotationsfrequenz der Zentrifuge, bei der Eigenfrequenzen des Zentrifugensystems auftreten

3.3.14

Auslaufzeit

Zeitraum zwischen Auslösen des Stoppbefehls und dem Zeitpunkt, an dem der Rotor zu vollständigem Stillstand gekommen ist

3.3.15

Gefährliche Auslaufzeit

Zustand, bei der die Auslaufzeit länger ist, als die Zeit, die eine Fachkraft zum Abbau einer Schutzvorrichtung und zum Erreichen gefährlicher, beweglicher Teile der Maschine benötigt

4 Liste der Gefährdungen

Tabelle A.1 in Anhang A dieser Norm enthält eine Liste möglicher signifikanter Gefährdungen, die üblicherweise mit dem Einsatz einer Zentrifuge verbunden sind. Die Tabelle ist das Ergebnis einer Risikobewertung entsprechend EN 1050 für alle Zentrifugen innerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

Die technischen Maßnahmen in Abschnitt 5 und die Benutzerinformationen in Abschnitt 7 basieren auf dieser Risikobewertung und behandeln die ermittelten Gefährdungen entweder, indem sie diese ausschalten oder durch Minderung der von diesen ausgehenden Risiken.

Der Konstrukteur muss festlegen, welche der Gefährdungen in Anhang A auf die Konstruktion der betreffenden Zentrifuge zutreffen. Dabei sind insbesondere die vorgesehene Verwendung der Zentrifuge einschließlich deren Wartung und Reinigung sowie deren möglicher vorhersehbarer Missbrauch zu berücksichtigen.

5 Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen

5.1 Allgemeines

Zentrifugen sind so zu konstruieren und zu fertigen, dass sie den sich aus der spezifizierten und vernünftigerweise vorhersehbaren Betriebsweise sowie den Wartungsbedingungen ergebenden Belastungen widerstehen, ohne dabei Sicherheit und Gesundheit von ungeschützten Personen zu gefährden.

Dieser Abschnitt enthält Anforderungen und Maßnahmen für solche Gefährdungen, für die besondere Maßnahmen als notwendig erachtet werden und zwar entweder durch Ausschalten oder Minderung der Gefährdung.

Durch entsprechende konstruktive Ausführung müssen soweit möglich alle Gefährdungen vermieden werden (Abschnitt 3 der EN 292-2:1991). Wo das nicht möglich ist, müssen eine oder mehrere Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Jede verbleibende Gefährdung muss durch Warnzeichen angezeigt werden, die neben der Gefahrstelle angebracht und in der Betriebsanleitung erwähnt sind. Falls persönliche Schutzausrüstung erforderlich ist, muss dies in der Betriebsanleitung erwähnt werden.

Soweit Anforderungen / Maßnahmen bereits in anderen Normen insbesondere in EN 292-1 und EN 292-2 oder in Typ B1 und B2 Normen enthalten sind, wird auf diese im Ganzen oder abschnittsweise verwiesen.

Soweit anwendbar müssen die folgenden Parameter bei Auslegung, Prüfung, Inspektion, Betrieb und Wartung von Zentrifugen berücksichtigt werden.

- zulässiger Drehzahlbereich;
- maximale Füllmenge;
- maximaler und minimaler Durchsatz;

- Folge von Start-, Stopp-, Aufgabe- und Austragsvorgängen (zyklische Beanspruchung);
- zulässiger Umgebungstemperatur-Bereich;
- Anwendungsgrenzen (z. B. hinsichtlich korrodierender, erodierender, explosiver/zündfähiger und giftiger Eigenschaften der durch die Zentrifuge zu verarbeitenden Stoffe);
- zulässiger Temperaturbereich des Schleudergutes;
- minimaler und maximaler Gehäusedruck;
- Grenzwerte für Unwucht oder Schwingungen (gefährliche Bewegungen);
- maximale Leistungsaufnahme;
- Anforderungen und Einschränkungen hinsichtlich Aufstellung und Anschlüssen (z. B. Fundament, Verrohrung, Rohrleitungsbelastung);
- Korrosions- und Verschleißzuschlag für kritische Bauteile;
- zulässige Abmessungen von kritischen Bauteilen;
- Inspektions-/Austauschintervalle für sicherheitsrelevante Teile (siehe Beispiel in 5.7);
- Inspektions-/Austauschintervalle für kritische Bauteile.

5.2 Mechanische Gefährdungen

5.2.1 Auswurf von Teilen

Es gibt drei Möglichkeiten für den Auswurf von Teilen:

- Bruchstücke oder größere Teile des Rotors werden bei Bruch des Rotors ausgeworfen;
- Teile lösen sich vom Rotor und werden ausgeworfen;
- feststehende Teile werden ausgeworfen.

Der Hersteller muss in der Betriebsanleitung Angaben zu Inspektion, Betrieb und Wartung machen (siehe Abschnitt 7).

5.2.1.1 Bruch des Rotors

Die Zentrifuge muss so ausgelegt und gefertigt werden, dass:

- a) das Gehäuse einen gebrochenen Rotor zurückhalten kann, z. B. ein aus Stahl gefertigtes Gehäuse muss der Energie abgebrochener Rotorteile standhalten und sie zurückhalten sowie die durch Reibung zwischen den Rotorteilen und dem Gehäuse oder durch Verformung der Rotorteile und/oder des Gehäuses entstehende Energie reduzieren

und/oder:

- b) kein Risiko eines Rotorbruchs besteht.

Zur Sicherstellung des zuletzt geschilderten Falles müssen Zentrifugenrotoren aus geeigneten Werkstoffen mit nachgewiesenen Eigenschaften gefertigt werden, wobei die Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur, Korrosion und Erosion) sowie die nachstehend aufgeführten statischen und/oder zyklischen Beanspruchungen zu berücksichtigen sind:

Fall 1 — Statische Beanspruchung

Der Rotor muss gemäß den vom Hersteller festgelegten spezifizierten Verfahren ausgelegt werden. Der Hersteller muss einen Sicherheitszuschlag gegen Fließen und Bruch einschließen und dabei die statische Beanspruchung durch Rotation der Rotormasse und der maximalen Füllmenge berücksichtigen.

Die Festigkeit einer zylindrischen Trommel kann unter Anwendung des in Anhang B aufgeführten Berechnungsverfahrens unter der Voraussetzung bestimmt werden, dass Mantelbeanspruchung, Geometrie und Konstruktionswerkstoff den im Anhang angegebenen Anforderungen genügen. Als für die Spannungsanalyse von komplexeren Geometrien am besten geeignete Verfahren gilt die elastisch-plastische FEM oder BEM Berechnungsmethode.

Wird ein Antriebssystem verwendet, das die Zentrifuge mit einer über der maximal zulässigen Drehzahl liegenden Drehzahl betreiben kann, wie z. B. ein Frequenzumrichter oder ein hydraulischer Antrieb, sind entweder eine Drehzahlsteuerung oder eine Vorrichtung vorzusehen, die ein Überschreiten der maximal zulässigen Drehzahl des Rotors verhindert, siehe 5.7.

Fall 2 — Zyklische Beanspruchung

Der Rotor ist mit einem Sicherheitsfaktor gegen Ermüdungsbruch auszulegen.

Für eine Ermüdungsberechnung zu berücksichtigende Beanspruchungen sind:

- Biegespannungen in horizontalen Rotoren infolge des Rotorgewichtes;
- Biegespannungen in Rotoren infolge äußerer Kräfte, wie z. B. Beanspruchungen aus Riemenantrieben usw.;
- Spannung infolge zyklischer Beanspruchung der Zentrifuge (z. B. als Folge einer Betriebsweise mit intermittierender Aufgabe und Austrag des Schleudergutes);
- Spannungen infolge von Unwuchtkräften des Rotors insbesondere im Fall von Doppelrotor-Systemen.

Alle sonstigen, auf den Rotor wirkenden und dem Hersteller bekannten Beanspruchungen müssen berücksichtigt werden.

Die Betriebsbeanspruchung des Rotors infolge des Anfahr-/Abfahrzyklus einer Zentrifuge ist als zyklische Belastung anzusehen. Beanspruchung und voraussichtliche Anzahl an Zyklen sind zu bewerten, um festzustellen, ob diese zu Ermüdungsbruch während der vorhersehbaren Lebensdauer der Zentrifuge führen können.

Spannungserhöhende Kriterien wie scharfe Kanten, Lochungen, raue Oberflächen (Kratzer, Schleifrisse usw.) und Bohrungen müssen in Bereichen hoher zyklischer Spannungen vermieden werden.

Bei der Festlegung der Sicherheitsfaktoren gegen Ermüdungsbruch sind Spannungsspitzen an Lochungen oder Ungleichmäßigkeiten zu berücksichtigen.

Bei Festlegung der Sicherheitsfaktoren gegen Ermüdungsbruch muss der Unterschied zwischen dem Zustand des tatsächlichen Rotorwerkstoffes und dem Prüfmateriale berücksichtigt werden. Unterschiede zwischen tatsächlichen Betriebsbedingungen und Prüfbedingungen sowie Unterschiede hinsichtlich Mikrostruktur, Reinheit und Restspannung usw. zwischen den beiden Werkstoffen sind in die Betrachtungen einzubeziehen.

Alle Schweißnähte, die für die Integrität des Rotors von Bedeutung sind, müssen entsprechend den Anforderungen in EN 729-2 oder EN 729-3 ausgeführt werden.

Für Schweißnähte unter zyklischer Belastung muss eine Verringerung der Dauerfestigkeit berücksichtigt werden. Die Anforderungen an Schweißverbindungen gemäß Anhang B, B 4.3, gelten nur für die Beurteilung statischer Festigkeit. Zusätzliche Anforderungen können erforderlich werden, um verminderte Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion und Schwingungen auszugleichen.

Alle Schweißnähte an Teilen, die einer zyklischen Belastung unterliegen, müssen mechanisch bearbeitet werden, um Endkrater, Einbrandkerben und Zündstellen zu beseitigen.

5.2.1.2 Auswurf von Rotorteilen

Der Gefahr, dass sich Rotorteile lösen und aus der Maschine ausgeworfen werden (sowie der daraus evtl. folgende Austrag von Schleudergut mit hoher kinetischer Energie, siehe auch 5.2.2) ist wie folgt zu begegnen durch:

- a) Ein Gehäuse, das gelöste oder gebrochene Rotorteile zurückhalten kann, z. B. ein aus Stahl gefertigtes Gehäuse, das der Energie der gelösten oder gebrochenen Teile standhält und diese zurückhält sowie die durch Reibung zwischen den gelösten und gebrochenen Teilen und dem Gehäuse oder durch Verformung der gelösten und gebrochenen Teile und/oder dem Gehäuse entstandenen Energie reduziert

und/oder durch;

- b) Sicherstellen, dass die mechanischen Verbindungen zwischen Rotorteilen sowie Verbindungen zwischen Rotor- und Anbauteilen allen voraussichtlichen Beanspruchungen mit einer Sicherheitsspanne standhalten und zwar unter Berücksichtigung der jeweils herrschenden Betriebsbedingungen.

Verbindungen und Anbauteile, die einer zyklischen Beanspruchung unterliegen, müssen über eine Ermüdungsstandzeit verfügen, die einschl. eines Sicherheitsfaktors über der vorhersehbaren Nutzungszeit liegt.

Für mechanische Verbindungen zwischen den Hauptteilen des Rotors müssen alle in 5.2.1.1 aufgeführten statischen und zyklischen Beanspruchungen berücksichtigt werden.

Bei Einsatz von Schrauben zur Verbindung der Hauptrotorteile, die einer Druckbeanspruchung durch die Füllmenge unterliegen, müssen diese Schrauben in der Lage sein, die gesamte Druckbeanspruchung sowie andere sich aus dem Betrieb der Zentrifuge ergebende Beanspruchungen mit einem Sicherheitsfaktor gegen Bruch der Schrauben aufzunehmen.

Alle Gewindeverbindungen, die Schwingungen und zyklischen Belastungen ausgesetzt sind, müssen durch Vorspannen gegen Lösen gesichert werden. Das Anzugsdrehmoment aller kritischen, Vorspannung erfordernden Verbindungen muss vom Hersteller angegeben werden.

Alle Vorspannen erfordernden Schraubverbindungen müssen so ausgelegt werden, dass keine Gefahr des Verlustes der Vorspannung durch Setzen innerhalb der Verbindung und Eindrücken unterhalb von Schraubenköpfen und Muttern besteht.

Die Konstruktion der Schraubverbindungen sollte gemäß anerkannten Normen erfolgen.

Kann eine Schraubverbindung nicht durch Vorspannen gesichert werden, muss ein Lösen derselben durch eine zuverlässige, formschlüssige Vorrichtung bzw. durch ein Verfahren mit gleichem Sicherheitsfaktor gewährleistet sein.

Bei der Auslegung mechanischer Verbindungen müssen mögliche Auswirkungen von Korrosion und Erosion auf die Teile der Verbindung berücksichtigt werden.

Der Hersteller muss für alle Korrosion oder Erosion unterliegenden Verbindungsteile zwischen den Hauptrotorteilen, Vorsichtsmaßnahmen sowie Prüfungs-/Austauschkriterien festlegen.

5.2.1.3 Auswurf von feststehenden Teilen

Der Gefahr des Auswurfs stationärer Teile oder Bruchteile derselben aus der Maschine als Folge schwerer Unwucht oder Schwingung, Auswurf von Rotorteilen oder Bruch des Rotors oder dadurch verursachter Ausfall und/oder Lösen und nachfolgende Beschleunigung und Abschleudern dieser feststehenden Teile (sowie der daraus folgende evtl. Austrag von Schleudergut hoher kinetischer Energie, siehe auch 5.2.2) ist wie folgt zu begegnen:

- a) Ein Gehäuse, das gelöste und beschleunigte feststehende Teile aufnehmen kann, z. B. ein aus Stahl gefertigtes Gehäuse, das der Energie dieser Teile standhält und sie aufnimmt und die durch Reibung zwischen diesen Teilen und dem Gehäuse sowie durch Verformung dieser Teile und/oder des Gehäuses entstandene Energie reduziert

und/oder durch

- b) Anwendung besonderer und gut steuerbarer Verfahren zur Befestigung kritischer feststehender Teile, und durch Sicherstellen, dass die Ermüdungsstandzeit aller kritischen Teile und deren Anbauten, die zyklischer Beanspruchung hoher oder niedriger Frequenz unterliegen, mit ausreichender Sicherheit über der festgelegten oder vorhersehbaren Betriebsstandzeit liegt.

Eine Zentrifuge, die mit mehr als einer Drehzahl betrieben wird und deren Austragsvorrichtung für den Betrieb innerhalb eines gewissen Drehzahlbereichs ungeeignet ist, muss mit einer Verriegelung versehen werden, die ein Verlassen der Ruhestellung von Schälmesser oder anderen Austragsvorrichtungen solange verhindert, bis eine sichere Drehzahl erreicht ist.

Der Hersteller muss die während des Betriebs maximal zulässige Unwucht oder Schwingungshöhe festlegen und falls erforderlich, angeben, wie die Zentrifuge über kritische Drehzahlen zu beschleunigen oder abzubremesen ist.

Zentrifugen sind so auszulegen und zu fertigen, dass sie das vom Hersteller festgelegte höhere Unwucht- oder Schwingungsniveau bei Maschinenstart, Betrieb (mindestens 1 h) und beim Abfahren aushalten. Falls eine bestimmte Zentrifugenausführung auf diesem höherem Unwucht- oder Schwingungsniveau nicht zuverlässig betrieben werden kann, sind Maßnahmen zu treffen, mit deren Hilfe dieser Zustand erfasst und verhindert wird.

Bei einigen Zentrifugen kann es erforderlich sein, die Trommel während des Abfahrens gefüllt zu halten und/oder einen Materialfluss aufrecht zu erhalten, um Gefährdungen aufgrund von Schwingungen oder Unwucht zu vermeiden.

Zentrifugen, die von Hand beschickt und /oder mit häufigem An- und Abfahren betrieben werden und solche, die in gefährlicher Weise durch Unwuchtkräfte beansprucht werden könnten, müssen mit einer Bremsvorrichtung ausgerüstet werden. Die Bremsvorrichtung ist so auszulegen, dass die Zeit zum Durchfahren kritischer Drehzahlen so kurz ist, dass die Schwingungsenergie nicht zu gefährlicher Bewegung führt. Typische Bremsausrüstungen dieser Art sind mechanische Bremsen, Wasserbremsen, hydraulische und pneumatische Bremsen, elektrische Motorbremsen und Magnetbremsen.

5.2.2 Auswurf von Schleudergut oder Betriebsmitteln hoher kinetischer Energie

Zentrifugen sind so auszulegen und aufzustellen, dass weder Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase noch Dämpfe unter normalen und vorhersehbaren Umständen entweichen können, wenn ein solcher Austritt zu Aufprall-Gefährdungen führen kann.

Die Feststoffaustragsöffnungen von Zentrifugen, an denen der Feststoff am Trommelumfang austritt, gelten als Risiko einer solchen Aufprallgefährdung. Je nach Trommelauslegung können die Feststoffe an der Öffnung mit Geschwindigkeiten nahe der Umfangsgeschwindigkeit der Trommel austreten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die kinetische Energie abzuführen. Eine davon ist der Einsatz eines Zyklons, in dem die Feststoffe so lange rotieren, bis deren Geschwindigkeit reduziert ist. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Trommelgehäuse so zu gestalten, dass die Geschwindigkeit auf ähnliche Weise durch Rotieren innerhalb des Gehäuses verringert wird. Eine dritte Möglichkeit ist der Einsatz eines geschlossenen ausreichend stabilen Auffangsystems, das an die hohe Geschwindigkeit angepasst ist.

Ist eine Zentrifuge mit Abdeckungen oder Klappen versehen, die bei Stillstand der Zentrifuge zum Reinigen oder zu Wartungszwecken entfernt werden müssen, wobei jedoch bei Entfernen derselben während des Betriebs der Maschine Gefährdung durch Austritt von Schleudergut besteht, müssen diese Abdeckungen oder Klappen gemäß den Anforderungen in 5.2.6 ausgelegt werden. Typische Beispiele solcher Öffnungen sind Reinigungs- oder Inspektionsöffnungen am oberen Ende des Feststoffaustragszyklons sowie Öffnungen an der Trommelabdeckung zur Reinigung und Inspektion der Düsen in einem Düsenseparator.

Eine Gefährdung durch Austritt von Schleudergut oder Betriebsmitteln kann eintreten, wenn eine Verbindung zwischen der Zentrifuge und anderen Ausrüstungen beschädigt wurde. Diese Verbindungen müssen deshalb so konstruiert werden, dass sie den auf sie evtl. einwirkenden Kräften widerstehen. Wenn die Zentrifuge z. B. zur Aufstellung auf Schwingungsdämpfern vorgesehen ist, müssen die Verbindungen so ausgelegt werden, dass die bei Bewegung der Zentrifuge auf die Verbindungen übertragenen Kräfte nicht zum Bruch führen.

Werden kurze Schläuche zur Sicherstellung von Flexibilität eingesetzt, sind diese üblicherweise bei Druckbeanspruchung durch äußerst niedrige Elastizität in axialer Richtung gekennzeichnet. Sie sollten deshalb so montiert werden, dass die Bewegung in radialer Richtung erfolgt.

Bei Zentrifugen mit einer Austragsvorrichtung, die unter vorhersehbaren Umständen hohen Druck erzeugen kann (z. B. ein Schälrohr, das gegen ein geschlossenes Ventil arbeitet), müssen entweder für diesen Druck ausgelegte Anschlüsse vorliegen oder es müssen Maßnahmen vorgesehen sein, die das Auftreten eines solchen Drucks verhindern.

5.2.3 Gefährliche Bewegung und Schwingungen

5.2.3.1 Allgemeines

Die an flexible Verbindungen gestellten Forderungen müssen spezifiziert werden (Schleudergut, Betriebsmittel und elektrische Anschlüsse). Hinsichtlich elektrischer Aspekte gefährlicher Bewegungen und Schwingungen siehe 5.3.3.

Falls Gefährdung durch Quetschen zwischen der Maschine oder Teilen der Maschine besteht, müssen Schutzmaßnahmen, wie z. B. verhinderter Zugang zur Maschine, vorgesehen werden.

Anweisungen sind unter „Benutzerinformationen“ zu geben, siehe Abschnitt 7.

5.2.3.2 Nicht auf einem Fundament befestigte Zentrifugen

Zentrifugen, die nicht auf einem Fundament befestigt sind, sind so auszulegen, dass sie sich nicht mehr als 300 mm infolge spezifizierter und vorhersehbarer Unwucht- oder Reaktionskräfte aufgrund des Materialaustrags bewegen.

5.2.3.3 Auf einem Fundament befestigte Zentrifugen

Bei auf einem Fundament befestigten Zentrifugen muss der Hersteller Leitsätze zur Fundamentbefestigung für feststehende Zentrifugen angeben, um sicherzustellen, dass die Maschine den tatsächlichen Kräften widersteht und dadurch Standsicherheit erhält.

5.2.4 Transport

Bei einem Transportgewicht von mehr als 25 kg müssen auf den Zentrifugenverschlüssen das Gewicht des Verschlaßes, die Schwerpunktlage, die Lage der Sicherungspositionen (falls zutreffend) und die Lage der Hubposition angegeben werden (siehe Bild 1).