

**Technische Anforderungen an Kreiselpumpen
Klasse II**

(ISO 5199:2002) Deutsche Fassung EN ISO 5199:2002

DIN**EN ISO 5199**

ICS 23.080

Ersatz für
DIN ISO 5199:1987-02

Technical specifications for centrifugal pumps — Class II (ISO 5199:2002);
German version EN ISO 5199:2002

Spécifications techniques pour pompes centrifuges — Classe II
(ISO 5199:2002); Version allemande EN ISO 5199:2002

Die Europäische Norm EN ISO 5199:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN ISO 5199:2002 wurde am 11. März 2002 angenommen.

Fortsetzung Seite 2
und 66 Seiten EN

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

**Documents**

Document Sharing Hub

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die Deutsche Fassung der ISO 5199:2002, die vom Technischen Komitee ISO/TC 115 „Pumpen“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 197 „Pumpen“ erarbeitet und unverändert übernommen wurde.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Fachbereich Pumpen des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen.

Der Inhalt der durch diese Norm ersetzten EN 25199:1992 wurde national bereits als DIN ISO 5199:1987 veröffentlicht.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN-EN-ISO- bzw. DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 2858	siehe DIN EN 22858:1993
ISO 3069	keine nationalen Entsprechungen
ISO 3661	siehe DIN EN 23661:1994
ISO 7005-1	keine nationalen Entsprechungen
ISO 7005-2	keine nationalen Entsprechungen
ISO 7005-3	keine nationalen Entsprechungen

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 5199:1987-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Anhänge wurden um neue Anwendungsbeispiele erweitert und mit anderen entsprechenden Normen abgeglichen.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 5199:1983-03, 1987-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 22858, *Kreiselpumpen mit axialem Eintritt PN 16 — Bezeichnung, Nennleistung und Abmessungen* (ISO 2858:1975); Deutsche Fassung EN 22858:1993.

DIN EN 23661, *Kreiselpumpen mit axialem Eintritt — Grundplatten- und Einbau-Maße* (ISO 3661:1977); Deutsche Fassung EN 23661:1993.

Deutsche Fassung

Technische Anforderungen an Kreiselpumpen - Klasse II (ISO 5199:2002)

Technical specifications for centrifugal pumps - Class II
(ISO 5199:2002)

Spécifications techniques pour pompes centrifuges -
Classe II (ISO 5199:2002)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. März 2002 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Konstruktive Ausführung	12
4.1 Allgemeines	12
4.1.1 Dokumente	12
4.1.2 H(Q)-Kennlinie für die Pumpe (Pumpenkennlinie)	12
4.1.3 NPSH-Wert (Net positive suction head)	12
4.1.4 Aufstellung im Freien	13
4.2 Antriebe	13
4.3 Kritische Drehzahl, Auswuchten und Schwingungen	14
4.3.1 Kritische Drehzahl	14
4.3.2 Auswuchten und Schwingungen	14
4.4 Drucktragende Bauteile	15
4.4.1 Druck-Temperatur-Zuordnung	15
4.4.2 Wanddicke	16
4.4.3 Werkstoffe	16
4.4.4 Merkmale für die mechanische Ausführung.....	16
4.5 Abzweiganschlüsse (Stutzen) und sonstige Anschlüsse	17
4.5.1 Geltungsbereich.....	17
4.5.2 Eintritts- und Austrittsstutzen	17
4.5.3 Anschlüsse zur Entlüftung und Entleerung sowie für Druckmessgeräte	17
4.5.4 Verschlüsse.....	18
4.5.5 Anschlüsse für Hilfsrohrleitungen.....	18
4.5.6 Kennzeichnung der Anschlüsse	18
4.6 Äußere Kräfte und Momente an den Flanschen (am Ein- und Austritt)	18
4.7 Flansche an Abzweiganschlüssen (Stutzen)	18
4.8 Laufräder	18
4.8.1 Laufradkonstruktion.....	18
4.8.2 Laufradbefestigung	19
4.8.3 Axiale Einstellung	19
4.9 Verschleißringe oder vergleichbare Verschleißteile	19
4.10 Betriebsspiel	19
4.11 Wellen und Wellenschutzhülsen	19
4.11.1 Allgemeines.....	19
4.11.2 Oberflächenrauheit.....	19
4.11.3 Wellendurchbiegung	20
4.11.4 Durchmesser	20
4.11.5 Wellenrundlauffehler	20
4.11.6 Axialbewegung.....	20
4.11.7 Sicherung und Abdichtung der Wellenschutzhülse	20
4.11.8 Anordnung der Wellenschutzhülse	20
4.11.9 Sicherung von Axialdrucklagern.....	21
4.12 Lager	21
4.12.1 Allgemeines.....	21
4.12.2 Wälzlagerlebensdauer	21

4.12.3	Lagertemperatur	21
4.12.4	Schmierung	21
4.12.5	Konstruktion der Lagergehäuse	21
4.13	Wellendichtungen	22
4.13.1	Allgemeines	22
4.13.2	Betriebskriterien für die Auswahl der Dichtung	22
4.13.3	Gleitringdichtungen	22
4.13.4	Stopfbuchse	24
4.13.5	Hilfsrohrleitungen für Stopfbuchse und Gleitringdichtung	24
4.13.6	Mechanische Gestaltung der Hilfsrohrleitungen	25
4.14	Etikettierung	25
4.14.1	Typenschilder	25
4.14.2	Drehrichtung	25
4.15	Kupplungen	26
4.16	Grundplatte	26
4.16.1	Allgemeines	26
4.16.2	Nicht ausgegossene Grundplatten	27
4.16.3	Ausgegossene Grundplatten	27
4.16.4	Konstruktion der Grundplatte	27
4.16.5	Montage von Pumpe und Antrieb auf der Grundplatte	27
4.17	Sonderwerkzeuge	27
5	Werkstoffe	27
5.1	Werkstoffauswahl	27
5.2	Werkstoffzusammensetzung und -güte	28
5.3	Ausbesserungen	28
6	Werkstattabnahmen und -prüfungen	28
6.1	Allgemeines	28
6.2	Abnahme	28
6.3	Prüfungen	29
6.3.1	Allgemeines	29
6.3.2	Werkstoffprüfungen	29
6.3.3	Hydrostatische Prüfung	29
6.3.4	Leistungsprüfung	30
6.4	Endabnahme	30
7	Vorbereitung für den Versand	30
7.1	Wellendichtungen	30
7.2	Konservierung für Transport und Lagerung	30
7.3	Transportsicherung umlaufender Teile	31
7.4	Öffnungen	31
7.5	Rohrleitungen und Hilfseinrichtungen	31
7.6	Kennzeichnung	31
Anhang A (normativ)	Kreiselpumpe — Datenblatt	32
A.1	Allgemeines	32
A.2	Anleitung zum Ausfüllen des Datenblatts	32
Anhang B (informativ)	Äußere Kräfte und Momente an den Stutzen	35
B.1	Allgemeines	35
B.2	Definition von Pumpenfamilien	35
B.3	Zulässige Werte für Kräfte und Momente	35
B.4	Möglichkeiten zur Erhöhung der Basiswerte	42
B.4.1	Allgemeines	42
B.4.2	Horizontalpumpen	42
B.4.3	Vertikalpumpen	43
B.4.4	Wichtungs- oder Kompensationsgleichung	43
B.4.5	Einfluss von Werkstoff und Temperatur	43
B.4.6	Beispiel zur Berechnung der maximal zulässigen Kräfte und Momente an den Flanschen	44
B.5	Verantwortlichkeiten des Herstellers/Lieferanten und des Bestellers	46
B.6	Praktische Hinweise	46

Anhang C (normativ) Anfrage, Angebot, Bestellung	48
C.1 Anfrage	48
C.2 Angebot	48
C.3 Bestellung	48
Anhang D (normativ) Dokumentation nach erfolgter Bestellung	49
Anhang E (informativ) Beispiele für Dichtungsanordnungen	50
E.1 Allgemeines	50
E.2 Weichpackung (P)	50
E.3 Einzel-Gleitringdichtung (S)	50
E.4 Mehrfach-Gleitringdichtung (D)	51
E.5 Qenchanordnung (Q) für Weichpackung, Einzel- oder Mehrfach-Gleitring- dichtung	52
Anhang F (informativ) Rohrleitungsanordnungen für Dichtungen	53
F.1 Allgemeines	53
F.2 Dichtungsarten für die grundsätzlich vorhandenen Rohrleitungen	53
F.3 Bezeichnung der Rohrleitungsanordnungen für Dichtungen	56
F.4 Erläuterungen für Zubehör zum Abdichten von Rohrleitungen	56
Anhang G (informativ) Beispiele für die Bezeichnung unter Anwendung der Hinweise aus den Anhängen E und F	61
Anhang H (informativ) Checkliste	63
Literaturhinweise	65
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen	66

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 5199:2002) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 115 „Pumpen“ in Zusammenarbeit mit dem Technische Komitee CEN/TC 197 „Pumpen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2002, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2002 zurückgezogen werden.

Diese Norm ersetzt EN 25199:1992

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen : Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, die Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 5199:2002 wurde von CEN unverändert in diese Europäische Norm übernommen.

Einleitung

Diese Internationale Norm gehört zu einer Reihe von Normen, die technische Anforderungen an Kreislumpen behandelt; die Reihe umfasst die drei Anforderungsklassen I, II und III. Für Klasse I gelten die strengsten und für Klasse III die unverbindlichsten Anforderungen.

Welche Klasse zur Anwendung gelangt, ist entsprechend der technischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzfalles festzulegen, für den die Pumpe vorgesehen ist. Die Auswahl der Klasse sollte gemeinsam von Besteller und Lieferant vereinbart werden. Darüber hinaus sollten zusätzliche sicherheitstechnische Anforderungen für den entsprechenden Anwendungsbereich berücksichtigt werden.

Da jeder Anwendungsbereich unterschiedliche Anforderungen stellt, ist es jedoch nicht möglich, die Klasse für die technischen Anforderungen an Kreislumpen für einen bestimmten Anwendungsbereich zu normen. Entsprechend der unterschiedlichen Anforderungen an alle Pumpenanwendungen können alle Klassen (I, II und III) zum Einsatz kommen. Es kann vorkommen, dass in ein und derselben Anlage Pumpen nebeneinander betrieben werden dürfen, die nach Klasse I, Klasse II und Klasse III gebaut wurden.

Weitere Anforderungen, die für bestimmte Anwendungsfälle oder Industriezweige gelten, dürfen in anderen Normen erfasst werden.

Kriterien für die Auswahl der Anforderungsklasse einer Pumpe für einen bestimmten Anwendungsfall dürfen basieren auf:

- der Zuverlässigkeit;
- der geforderten Betriebslebensdauer;
- den Betriebsbedingungen;
- den Umweltbedingungen und
- den örtlichen Umgebungsbedingungen.

Wenn vom Besteller eine Entscheidung gefordert werden kann oder eine Vereinbarung zwischen Besteller und Hersteller/Lieferant erforderlich ist, werden Querverweise auf Abschnittsnummern in Fettdruck angegeben und die betreffenden Abschnitte in der Checkliste im Anhang H aufgeführt.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm gilt für die Anforderungen der Klasse II an einstufige oder mehrstufige Kreislumpen in horizontaler oder vertikaler Bauart mit beliebigem Antrieb, die in beliebiger Weise eingebaut und für allgemeine Anwendungen vorgesehen werden. Anwendungen in der Chemieindustrie sind typisch für die in der vorliegenden Internationalen Norm erfassten Pumpen (z. B. für Pumpen nach ISO 2858).

1.2 Die vorliegende Internationale Norm beinhaltet Merkmale der konstruktiven Ausführung dieser Pumpen hinsichtlich ihrer Installation, Wartung und Betriebssicherheit unter Einbeziehung der Grundplatte, der Kupplungen und der Hilfsrohrleitungen der Pumpe; Anforderungen an den Antrieb werden jedoch, außer an dessen Nennausgangsleistung, nicht festgelegt.

1.3 Wenn diese Internationale Norm anzuwenden ist und ein bestimmtes konstruktives Merkmal gefordert wird, dürfen alternative Ausführungen angeboten werden, sofern sie den Festlegungen dieser Internationalen Norm entsprechen und ausführlich beschrieben werden.

Unter der Voraussetzung, dass die Abweichungen genannt werden, dürfen auch Pumpen angeboten werden, die nicht mit allen Anforderungen dieser Internationalen Norm übereinstimmen.

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).

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

ISO 281-1, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life — Part 1: Calculation methods.*

ISO 2858, *End-suction centrifugal pumps (rating 16 bar) — Designation, nominal duty point and dimensions.*

ISO 3069, *End-suction centrifugal pumps — Dimensions of cavities for mechanical seals and for soft packing.*

ISO 3274, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Nominal characteristics of contact (stylus) instruments.*

ISO 3661, *End-suction centrifugal pumps — Baseplate and installation dimensions.*

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

ISO 3746, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane.*

ISO 7005-1, *Metallic flanges — Part 1: Steel flanges.*

ISO 7005-2, *Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges.*

ISO 7005-3, *Metallic flanges — Part 3: Copper alloy and composite flanges.*

ISO 9906, *Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1 and 2.*

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Betriebsbedingungen

alle Einflussgrößen (z. B. Betriebstemperatur, Betriebsdruck), die für eine bestimmte Anwendung und ein bestimmtes Fördergut ermittelt werden

ANMERKUNG Diese Einflussfaktoren nehmen Einfluss auf die Pumpenausführung und die Werkstoffe.

3.2

zulässiger Betriebsbereich

der unter den festgelegten Betriebsbedingungen der Pumpe mögliche Bereich für Förderströme und Förderhöhen, der durch Kavitation, Erwärmung, Schwingungen, Geräusch, Wellendurchbiegung und andere ähnliche Kriterien begrenzt wird

ANMERKUNG Die obere bzw. die untere Grenze dieses Bereichs wird durch den größten bzw. den kleinsten kontinuierlichen Förderstrom gekennzeichnet.

3.3

Nennbedingungen

Bedingungen (Antrieb ausgenommen) zur Festlegung der Garantiewerte, die zur Erfüllung aller festgelegten Betriebsbedingungen unter Berücksichtigung aller notwendigen Grenzen notwendig sind

3.4

Nennausgangsleistung des Antriebs

unter festgelegten Bedingungen die höchste zulässige, vom Antrieb kontinuierlich abgegebene Leistung

3.5

Ausgangswert für den Auslegungsdruck

Druck, der sich aus den zulässigen Spannungen des für die drucktragenden Teile angewendeten Werkstoffs bei 20 °C ableitet

3.6

maximal zulässiger Betriebsdruck

Druck für ein Bauteil bei der festgelegten Betriebstemperatur unter Berücksichtigung angewendeter Werkstoffe und Berechnungsregeln

3.7

Nenneintrittsdruck

Eintrittsdruck am Garantiepunkt unter Betriebsbedingungen

3.8

Nennaustrittsdruck

Austrittsdruck der Pumpe am Garantiepunkt bei Nennförderstrom, Nenndrehzahl, Nenneintrittsdruck und Nenndichte

3.9

Druck-Temperatur-Grenze

Druck- und Temperaturgrenzwerte für ein Bauteil in einer bestimmten Ausführung und aus einem bestimmten Werkstoff (siehe Bild 1)

3.10

Korrosionszuschlag

Anteil der Wanddicke fördergutbeaufschlagter Teile, der die theoretisch erforderliche Wanddicke zu dem Zweck überschreitet, den für die strengsten Betriebsbedingungen angegebenen Druckgrenzwerten standzuhalten

3.11

maximal zulässige Dauerdrehzahl

vom Hersteller für einen Dauerbetrieb der Pumpe zugelassene höchste Drehzahl

3.12

Abschaltdrehzahl

Drehzahl, bei der ein unabhängiger Notfall-Überdrehzahlschutz den Hauptantrieb abschaltet

3.13**erste kritische Drehzahl**

Rotationsgeschwindigkeit, bei der die erste (niedrigste) Eigenfrequenz der Biegeschwingungen umlaufender Teile der Rotationsfrequenz entspricht

3.14**zulässige Radiallast (Auslegungslast)**

radiale Last auf den Rotor der Pumpe, für die die Lagerung ausgewählt ist

3.15**maximale Radiallast**

größte radiale Last auf den Rotor der Pumpe, die sich aus dem Betrieb der Pumpe unter beliebigen Bedingungen innerhalb ihres zulässigen Betriebsbereichs ergibt

3.16**(Wellen) - Rundlauffehler (Wellenschlag)**

gesamte radiale Abweichung, die von einem Messinstrument bei Messung der Lage der Welle in Bezug zum Lagergehäuse angezeigt wird, wenn die Welle in horizontaler Lage manuell in ihren Lagern gedreht wird

3.17**(Wellen) - Planlauffehler**

gesamte axiale Abweichung, die von einem an der Welle angebrachten und mit ihr umlaufenden Messinstrument an der äußeren Planfläche des Wellendichtungsgehäuses angezeigt wird, wenn die Welle in horizontaler Lage manuell in ihren Lagern gedreht wird

ANMERKUNG Die Planfläche bestimmt die Ausrichtung eines Wellendichtungsteils.

3.18**Wellendurchbiegung**

Verlagerung der Welle aus ihrem geometrischen Mittelpunkt als Folge von hydraulischen Radialkräften, die auf das Laufrad wirken

ANMERKUNG Zur Wellendurchbiegung gehören nicht die Wellenverlagerungen, die durch ein Kippen der Welle innerhalb des Lagerspiels, eine durch die Laufradunwucht verursachte Biegung oder den Wellenrundlauffehler entstehen.

3.19**Spülung der Wellendichtung****Zirkulation**

Rückführung des Pumpenförderguts aus einem Bereich mit hohem Druck zum Wellendichtungsraum

ANMERKUNG Zur Dichtungsspülung/Zirkulation können externe Rohrleitungen oder interne Kanäle angewendet werden; die Spülung/Zirkulation dient der Abführung der an der Dichtung erzeugten Wärme oder der Beibehaltung eines Überdrucks im Wellendichtungsraum oder der Verbesserung der Betriebsumgebung der Dichtung. In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, die Zirkulationsflüssigkeit vom Wellendichtungsraum zu einem Bereich mit niedrigerem Druck (z. B. zum Pumpeneintritt) umlaufen zu lassen.

3.20**Einpressspülung (Injektionsspülung)**

Einleiten einer geeigneten (sauberen, verträglichen usw.) Flüssigkeit von außen in den Wellendichtungsraum und von dort in das Fördergut

ANMERKUNG Die Einpressspülung wird zum gleichen Zweck wie die Zirkulation angewendet und auch um eine verbesserte Betriebsumgebung für die Dichtung zu erreichen.

3.21**Quenchen**

kontinuierliches oder diskontinuierliches Einleiten eines geeigneten (sauberen, kompatiblen usw.) Fluids auf der Atmosphärenseite der Hauptwellendichtung, deren Druck niedriger als der Druck im Dichtungsraum ist

ANMERKUNG Das Quenchen wird angewendet, um Luft oder Feuchtigkeit fern zu halten, Ablagerungen (einschließlich Eis) zu vermeiden oder zu beseitigen, Hilfsdichtungen zu schmieren, Funkenbildung zu vermeiden, austretende Flüssigkeiten (Leckflüssigkeiten) zu verdünnen, aufzuheizen oder zu kühlen.

3.22

Sperrfluid

Fluid, das zur vollständigen Trennung von Pumpen-Prozessflüssigkeit und Umgebung zwischen zwei Gleitringdichtungen eingebracht wird

ANMERKUNG Der Druck der Sperrflüssigkeit ist stets höher als der Prozessdruck im abgedichteten Bereich.

3.23

Pufferfluid

Fluid, das als Schmiermittel oder Puffer zwischen zwei Gleitringdichtungen angewendet wird

ANMERKUNG Das Pufferfluid hat stets einen Druck, der niedriger ist als der Prozessdruck im abgedichteten Bereich.

3.24

H(Q)-Kennlinie der Pumpe

Förderleistungskurve der Pumpe

Pumpenkennlinie

Beziehung zwischen der Gesamtförderhöhe der Pumpe und der Förderstromrate bei bestimmten Betriebs-/Nennbedingungen für Drehzahl und Flüssigkeit

3.25

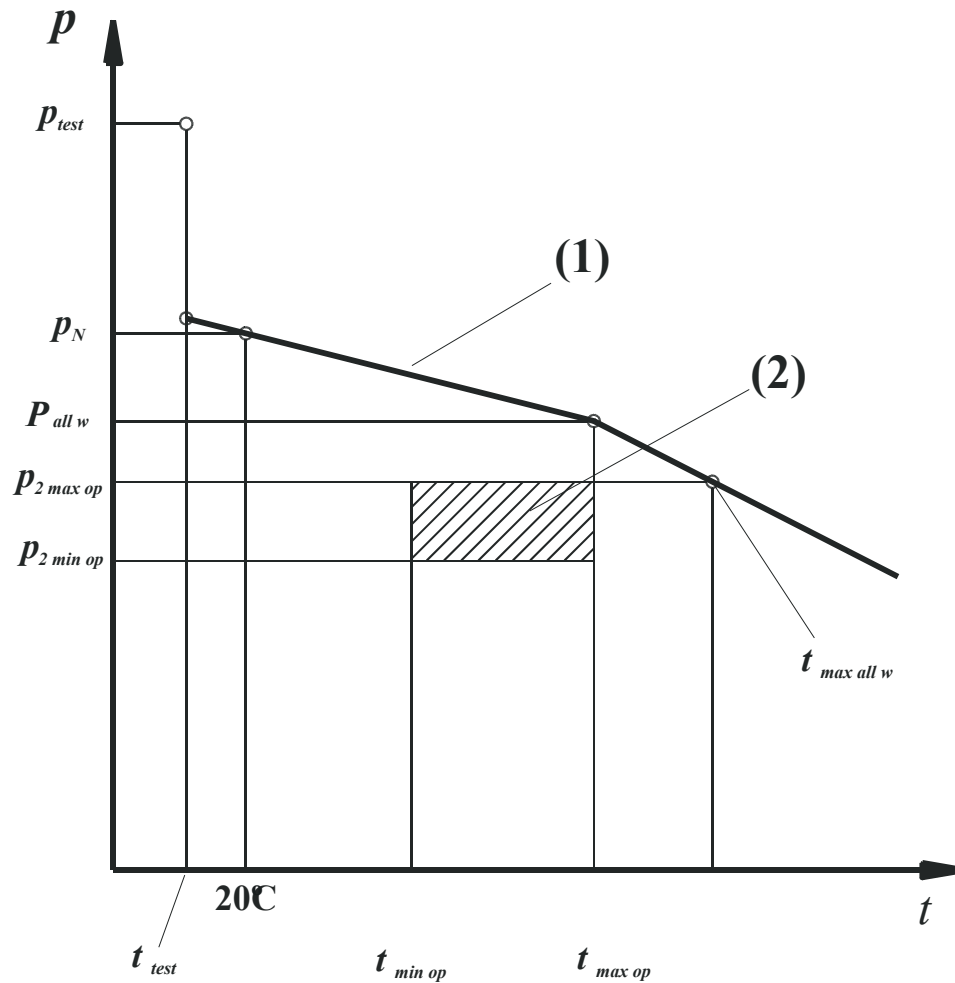
3 %-NPSH-Wert (net positive suction head 3 %)

NPSH3

NPSHR-Wert, der erforderlich ist, um den Abfall der Gesamtförderhöhe in der ersten Stufe der Pumpe auf 3 % zu begrenzen

ANMERKUNG Dieser 3 %-NPSH-Wert ist der Bezugswert, der in den Leistungskennlinien der Pumpe angewendet wird.

Siehe Bild 1.



Legende:

- 1 Druck-Temperatur-Grenze für ein Bauteil
- 2 Betriebsbereich des Fluids unter Einbeziehung der Toleranzen

p	Druck	t	Temperatur
$p_{\text{Prüfung}}$	Hydrostatischer Prüfdruck	$t_{\text{Prüfung}}$	Hydrostatische Prüftemperatur
p_N	Ausgangswert für den Berechnungsdruck.	$t_{\text{Betr., min}}$	Niedrigste Betriebstemperatur
$p_{\text{Betr., zul}}$	Höchster zulässiger Betriebsdruck	$t_{\text{Betr., max}}$	Höchste Betriebstemperatur
$p_{2 \text{ Betr., max}}$	Höchster Betriebs-Austrittsdruck	$t_{\text{Betr., max, zul}}$	Höchste zulässige Betriebstemperatur beim maximalen Austrittsdruck
$p_{2 \text{ Betr., min}}$	Niedrigster Betriebs-Austrittsdruck		

Bild 1 — Druck-Temperatur-Zuordnung für ein drucktragendes Teil

4 Konstruktive Ausführung

4.1 Allgemeines

4.1.1 Dokumente

Falls sich aus den Unterlagen widersprüchliche technische Anforderungen ergeben, gelten die Unterlagen in nachstehender Reihenfolge:

- a) Bestellung (oder Anfrage, falls kein Auftrag erteilt wurde) (siehe Anhänge C und D);
- b) Datenblatt (siehe Anhang A);
- c) die Anforderungen der vorliegenden Internationale Norm;
- d) sonstige Normen, auf die bei Auftragserteilung (oder, falls kein Auftrag erteilt wurde, bei der Anfrage) Bezug genommen wird.

4.1.2 H(Q)-Kennlinie für die Pumpe (Pumpenkennlinie)

Der Hersteller/Lieferant muss die Kennlinie vorlegen, in der für die gelieferte Pumpe der zulässige Betriebsbereich angegeben werden muss. Die Kennlinien für den kleinsten und den größten Laufraddurchmesser müssen für Pumpen nach ISO 2858 und für andere Pumpenarten auf Anforderung des Bestellers in das Leistungsdiagramm eingetragen werden.

Pumpen mit stabiler Kennlinie werden bevorzugt.

Falls vom Besteller festgelegt, muss eine Pumpe, die mit konstanter Drehzahl anzutreiben ist, in der Lage sein, durch Einbau eines oder mehrerer neuer, größerer oder anderer Laufräder bei Nennbedingungen eine um etwa 5 % größere Förderhöhe zu erreichen.

Die Lage des Betriebspunkts im Förderstrombereich sollte bezogen auf den Punkt des besten Wirkungsgrades vom Besteller in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung und der bei optimalem Betrieb erwarteten Veränderung des Förderstroms festgelegt werden.

4.1.3 NPSH-Wert (Net positive suction head)

Sofern nicht anders vereinbart, muss der erforderliche NPSH-Wert, der als NPSHR bezeichnet wird, bei einer Prüfung ermittelt werden, die nach ISO 9906 für kaltes Wasser durchgeführt wird.

Der Hersteller/Lieferant muss die NPSHR-Kennlinie als Funktion des Förderstroms für Wasser angeben. Die NPSHR-Kennlinien müssen auf einem 3 %-NPSH-Wert (NPSH3) beruhen.

Auf NPSHR-Kennlinien dürfen keine Korrekturfaktoren für Kohlenwasserstoffe angewendet werden.

Pumpen müssen so ausgewählt werden, dass der kleinste verfügbare NPSH-Wert, der als NPSHA bezeichnet wird, bei der Installation der Pumpe den NPSHR-Wert mindestens um den festgelegten Sicherheitszuschlag überschreitet. Dieser Sicherheitszuschlag muss mindestens 0,5 m betragen, der Hersteller/Lieferant darf jedoch in Abhängigkeit von z. B. den folgenden Faktoren einen wesentlich höheren Zuschlag festlegen:

- Größe, Bauart, spezifische Drehzahl, hydraulische Geometrie oder Auslegung der Pumpe;
- Betriebsdrehzahl;
- Fördermedium;
- Beständigkeit der Konstruktionswerkstoffe gegen Kavitationserosion.

4.1.4 Aufstellung im Freien

Die Pumpen müssen für die Aufstellung im Freien unter den vom Hersteller/Lieferanten festgelegten Umgebungsbedingungen geeignet sein.

Alle abweichenden örtlichen Umgebungsbedingungen, z. B. hohe oder niedrige Temperaturen, korrosive Umgebung, Sandstürme, für die eine Pumpe geeignet sein muss, sind vom Besteller anzugeben.

4.2 Antriebe

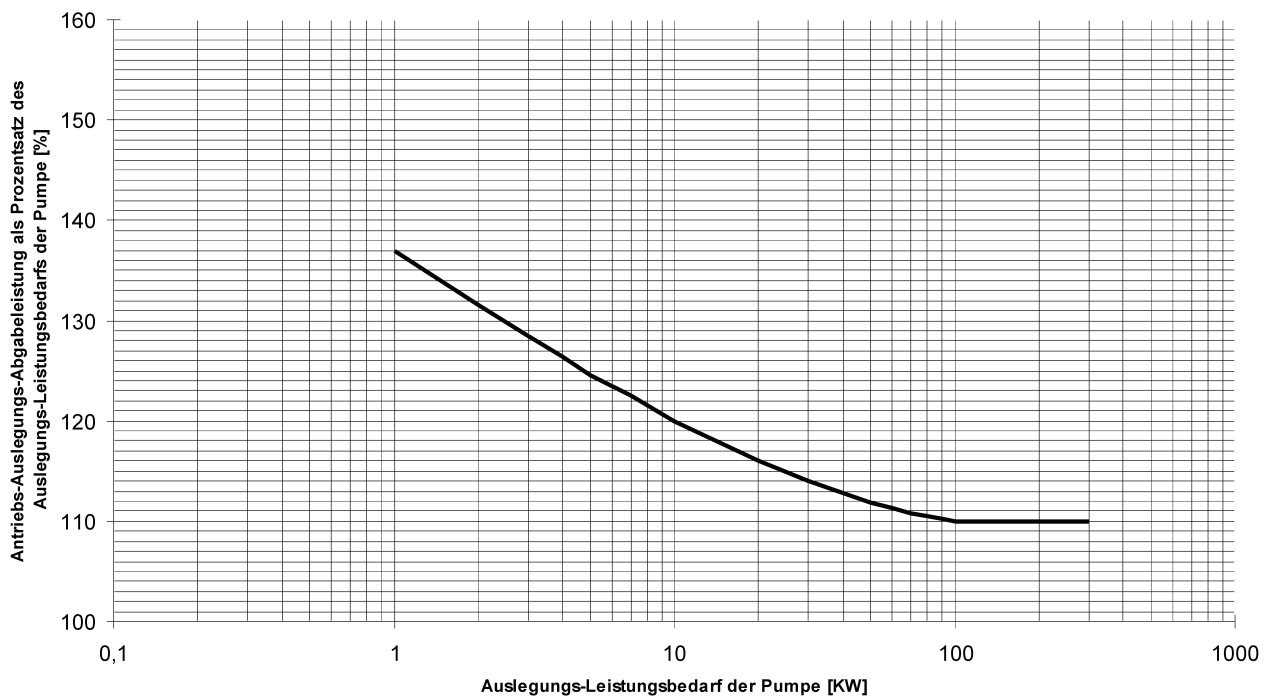
Bei Bestimmung der Nennleistung des Antriebs sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- a) Anwendung und Betriebsweise der Pumpe; beispielsweise ist bei Parallelbetrieb anhand der Anlagenkennlinie der mögliche Leistungsbereich bei Betrieb nur einer Pumpe zu berücksichtigen;
- b) Lage des Betriebspunktes auf der Pumpenkennlinie,
- c) Reibungsverlust der Wellendichtung;
- d) Zirkulationsstrom für die Gleitringdichtung (besonders für Pumpen mit geringem Förderstrom);
- e) Eigenschaften des Förderguts (Viskosität, Feststoffgehalt, Dichte);
- f) Leistungsverlust und Schlupf bei der Übertragung;
- g) Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort der Pumpe;
- h) Anfahren der Pumpe.

Bei Auswertung der erforderlichen Drehzahl-Drehmoment-Kennwerte der Antriebsmaschine müssen die Systemkennwerte berücksichtigt werden und besonders der Fakt, ob die Pumpe manuell oder automatisch bei offenem oder geschlossenem Absperrorgan in der Druckleitung anzufahren oder zum fördern des Förderguts in die Hauptdruckleitung vorgesehen ist.

Die Nennausgangsleistung der Antriebsmaschinen für alle Pumpen, die in den Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm fallen, muss mindestens gleich dem im Bild 2 angegebenen Prozentanteil des Nennleistungsbedarfs der Pumpe entsprechen, mindestens jedoch 1 kW.

Wenn diese Anforderung zu einer unnötig großen Antriebsmaschine führt, muss dem Besteller ein Alternativvorschlag zur Genehmigung vorgelegt werden.



1 Nennausgangsleistung der Antriebsmaschine als Prozentanteil des Nennleistungsbedarfs der Pumpe, in %

2 Nennleistungsbedarf der Pumpe, in kW

Bild 2 — Nennausgangsleistung der Antriebsmaschine als Prozentanteil des Nennleistungsbedarfs der Pumpe

4.3 Kritische Drehzahl, Auswuchten und Schwingungen

4.3.1 Kritische Drehzahl

Die tatsächliche erste biegekritische Drehzahl des mit dem vereinbarten Antrieb gekuppelten Pumpenläufers muss unter Betriebsbedingungen mindestens 10 % über der maximal zulässigen Dauerdrehzahl einschließlich der Abschaltdrehzahl einer turbinengetriebenen Pumpe liegen.

Für einige Pumpenbauarten (z. B. für Pumpen mit vertikaler Hauptwelle und mehrstufige Horizontalpumpen) kann die erste kritische Drehzahl auf Vereinbarung zwischen Besteller und Hersteller/Lieferant unterhalb der Betriebsdrehzahl liegen. Die kritische Geschwindigkeit ist besonders aufmerksam zu beobachten, wenn die Pumpe mit Drehzahlregelung betrieben wird.

4.3.2 Auswuchten und Schwingungen

4.3.2.1 Allgemeines

Alle wichtigen umlaufenden Bauteile müssen ausgewuchtet werden.

4.3.2.2 Horizontalpumpen

Auf dem Prüfstand des Herstellers/Lieferanten dürfen die in Tabelle 1 für die ungefilterten Schwinggeschwindigkeiten angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden¹⁾. Diese Werte werden radial am Lagergehäuse an nur einem Betriebspunkt bei der Nenndrehzahl ($\pm 5\%$) und beim Nennförderstrom ($\pm 5\%$) gemessen, wenn die Pumpe kavitationsfrei arbeitet.

Tabelle 1 — Maximal zulässige Schwinggeschwindigkeiten

Pumpenanordnung	Pumpenbauart	Maximale quadratische Mittelwerte für die Schwinggeschwindigkeit, mm/s	
		$h \leq 225 \text{ mm}$	$h > 225 \text{ mm}$
Pumpe mit starrer Abstützung	Horizontalpumpen	3,0	4,5
Pumpe mit flexibler Abstützung	Horizontalpumpen	4,5	7,1
Alle Pumpen	Vertikalpumpen	7,1	

In Tabelle 1 ist h die Achshöhe der Pumpe; bei Anwendung einer starren Abstützung liegt die niedrigste Eigenfrequenz des kombinierten Systems Abstützung/Pumpe in Messrichtung mindestens 25 % über der Rotationsfrequenz. Alle anderen Abstützungen werden als flexibel angesehen.

Der Hersteller/Lieferant muss die für das Auswuchten erforderliche Gütestufe bestimmen, um annehmbare Schwinggeschwindigkeiten innerhalb der in dieser Internationalen Norm festgelegten Grenzen zu erreichen.

ANMERKUNG Diese Anforderung kann üblicherweise dadurch erfüllt werden, dass das Auswuchten nach der in ISO 1940-1 festgelegten Gütestufe G 6.3 durchgeführt wird.

Es kann damit gerechnet werden, dass die Werte der gefilterten Schwinggeschwindigkeiten für die Rotations- und Schaufeldurchgangsfrequenzen kleiner sind als die in Tabelle 1 angegebenen Werte.

Bei Pumpen mit einem besonderen Laufrad, z. B. einem Einkanalrad, dürfen die in Tabelle 1 angegebenen Werte überschritten werden. In diesen Fällen sollte der Hersteller/Lieferant im Angebot einen entsprechenden Hinweis geben.

4.3.2.3 Vertikalpumpen

Schwingungswerte müssen bei Vertikalpumpen mit starren Kupplungen am oberen Anschlussflansch zum Antrieb und bei Vertikalpumpen mit elastischen Kupplungen in der Nähe des oberen Pumpenlagers gemessen werden.

Die Schwingungsgrenzwerte für Pumpen mit Wälz- und Gleitlagern dürfen die in Tabelle 1 für die Schwinggeschwindigkeiten angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten, wenn die Messung auf dem Prüfstand des Herstellers/Lieferanten bei Nenndrehzahl ($\pm 5\%$) und beim Nennförderstrom ($\pm 5\%$) bei kavitationsfreiem Betrieb erfolgt.

4.4 Drucktragende Bauteile

4.4.1 Druck-Temperatur-Zuordnung

Der unter ungünstigsten Betriebsbedingungen maximal zulässige Betriebsdruck der Pumpe muss vom Hersteller eindeutig angegeben werden. In keinem Fall darf der maximal zulässige Betriebsdruck der Pumpe

¹⁾ Grenzwerte nur für Prüfungen vor Ort: siehe ISO 10816-3.

(Gehäuse und Gehäusedeckel einschließlich Wellendichtungsgehäuse und Stopfbuchsbrille/Deckel) den maximal zulässigen Betriebsdruck der Pumpenflansche überschreiten (siehe auch 4.5.2).

Für Pumpen nach ISO 2858 muss gelten:

- a) Der Ausgangswert für den Berechnungsdruck (der Basis-Auslegungsdruck) der Pumpe muss bei 20 °C mindestens einem Überdruck von 16 bar entsprechen, wenn als Pumpenwerkstoff Gusseisen, Gusseisen mit Kugelgraphit, unlegierter Stahl oder nicht rostender Stahl angewendet wird;
- b) falls die Festigkeit des Werkstoffs für einen Nenndruck von 16 bar bei 20 °C nicht ausreicht, muss die Druck-Temperatur-Zuordnung in Abhängigkeit von den Spannungs-Temperatur-Kennwerten des Werkstoffs festgelegt und vom Hersteller/Lieferanten eindeutig angegeben werden.

4.4.2 Wanddicke

Druckgehäuse einschließlich Wellendichtungsgehäuse und Stopfbuchsdeckel müssen eine Wanddicke haben, die bei der Betriebstemperatur und beim maximal zulässigen Druck zur Aufnahme des Druckes und zur Begrenzung der Verformung geeignet ist.

Außerdem muss das Gehäuse dem hydrostatischen Prüfdruck (siehe 6.3.3) bei Umgebungstemperatur standhalten.

Für alle drucktragenden Bauteile muss, wenn vom Besteller gefordert, ein Korrosionszuschlag von 3 mm angewendet werden.

4.4.3 Werkstoffe

Die für drucktragende Bauteile anzuwendenden Werkstoffe sind in Abhängigkeit von Fördergut und Verwendungszweck der Pumpe auszuwählen (siehe **Abschnitt 5**).

4.4.4 Merkmale für die mechanische Ausführung

4.4.4.1 Demontage

Mit Ausnahme von Pumpen mit vertikalen Hauptwellen und mehrstufigen Ringpumpen sollte die Konstruktion so ausgeführt werden, dass der Ausbau von Laufrad, Welle, Wellendichtung und Lagerbaugruppe ohne Beeinträchtigung der Eintritts- und Austrittsflanschanschlüsse möglich ist. Für Pumpen mit axialer Ansaugung, für die keine Prozessbauweise anzuwenden ist, muss vom Hersteller/Lieferanten ein entsprechender Hinweis gegeben werden.

4.4.4.2 Abdrückschrauben

Werden Abdrückschrauben zum Lösen eingepasster Teile angewendet, muss die Gegenfläche eine zur Aufnahme der Abdrückschrauben geeignete Hinterarbeitung (Senkung oder Aussparung) haben, sofern Dicht- oder Passflächen bei Betätigung der Abdrückschrauben beschädigt werden können. Es muss eine ausreichende Anzahl von Abdrückschrauben vorgesehen werden um sicherzustellen, dass die Bauteile ohne übermäßige Kraft oder ein Risiko zur Beschädigung der Bauteile getrennt werden können. Innensechskantschrauben sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

4.4.4.3 Heiz- und Kühlmäntel

Heiz- oder Kühlmäntel für Gehäuse oder/und Stopfbuchse sind wahlweise vorzusehen. Die Mäntel müssen für einen Betriebsdruck von mindestens 6 bar bei 170 °C ausgelegt werden. Für bestimmte Anwendungen kann es notwendig sein, die Heizmäntel für 16 bar bei 200 °C (für Dampf) oder für 6 bar bei 350 °C (für Wärmeübertragungsöl) auszulegen.

4.4.4.4 Gehäusedichtungen

Gehäusedichtungen müssen eine Konstruktion aufweisen, die für den hydrostatischen Prüfdruck der Pumpe geeignet ist. Bei Gehäusen mit zur Wellenachse rechtwinkligen Teilfugen müssen die Dichtungen für den Gehäusedeckel atmosphärenseitig gekammert werden, um ein Herausdrücken der Dichtungen zu vermeiden.

4.4.4.5 Dampfabführung

Eine Pumpe, die eine Flüssigkeit bei einem Druck im Bereich des Dampfdrucks der Flüssigkeit fördert oder die eine Flüssigkeit mit einem bestimmten Gasgehalt fördert, muss so konstruiert werden, dass die Dämpfe sicher abgeführt werden können.

4.4.4.6 Externe Verschraubungen

Schrauben oder Stifte für die Verbindung von Teilen des Druck- und auch des Wellendichtungsgehäuses müssen nach Möglichkeit einen Minstdurchmesser von 12 mm haben (metrisches ISO-Gewinde). Falls diese Schrauben oder Stifte aus Platzmangel nicht einzusetzen sind, dürfen kleinere Schrauben oder Stifte angewendet werden.

Die Verschraubungen (Festigkeitsklasse) müssen so ausgewählt werden, dass sie den maximal zulässigen Betriebsdruck der Pumpe bei den üblichen Anzugsverfahren aufnehmen können. Falls an bestimmten Stellen die Anwendung von Befestigungselementen mit Sonderqualität erforderlich ist, müssen auswechselbare Befestigungselemente für andere Verbindungen die gleiche Qualität aufweisen. Innensechskantschrauben sollten nach Möglichkeit vermieden werden.

4.4.4.7 Gehäuseabstützung bei hohen Temperaturen

Für Anwendungen bei Temperaturen über 175 °C sollte eine achsmittige Gehäuseabstützung vorgesehen werden.

4.5 Abzweiganschlüsse (Stutzen) und sonstige Anschlüsse

4.5.1 Geltungsbereich

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm sind die Benennungen Abzweiganschluss ((branch)) und Stutzen ((nozzle)) synonym.

Dieser Abschnitt gilt für alle zum Betrieb oder zur Wartung erforderlichen Fluidanschlüsse der Pumpe.

4.5.2 Eintritts- und Austrittsstutzen

Für Pumpen mit axialer Ansaugung müssen die Eintritts- und Austrittsstutzen mit Flanschen versehen werden, die für die gleiche Nenndruckstufe auszulegen sind. Für andere Pumpenbauarten (z. B. mehrstufige Pumpen) sind unterschiedliche Druckstufen für Eintritts- und Austrittsstutzen zulässig, sofern der Hersteller/Lieferant diese Möglichkeit und die Notwendigkeit einer Druckentlastung angegeben hat.

4.5.3 Anschlüsse zur Entlüftung und Entleerung sowie für Druckmessgeräte

Sofern die Pumpe durch die Anordnung der Stutzen nicht selbstentlüftend ist, müssen Möglichkeiten zum Entlüften aller Bereiche von Gehäuse und Dichtungsraum vorgesehen werden.

Für den Anschluss von Druckmessgeräten an Eintritts- und Austrittsstutzen müssen Öffnungen vorgesehen werden, die jedoch nur dann gebohrt werden dürfen, wenn bei Anfrage und/oder Bestellung ausdrücklich festgelegt.

Zur Entleerung müssen an der/den tiefsten Stelle(n) die Pumpe Öffnungen vorgesehen werden. Bei Anfrage und/oder Bestellung sollte angegeben werden, ob verlangt wird, dass diese Anschlüsse zu bohren und mit einem Stopfen oder einem anderen Verschluss auszustatten sind.

4.5.4 Verschlüsse

Der Werkstoff, der für bei Betrieb anzuwendende Verschlüsse (Stopfen, Kappen/Blindflansche usw.) auszuwählen ist, muss für das Fördergut geeignet sein. Es ist darauf zu achten, dass die Werkstoffpaarung ausreichend korrosionsbeständig ist und das Risiko zum Festfressen oder zur Grübchenbildung der Schraubengewinde verringert wird.

Alle Öffnungen sowie alle Wellendichtungsöffnungen, die dem druckbeaufschlagten Fördergut ausgesetzt werden, müssen mit abnehmbaren Verschlüssen ausgestattet werden, die zur Aufnahme des Druckes geeignet sind.

4.5.5 Anschlüsse für Hilfsrohrleitungen

Alle Hilfsrohrleitungsanschlüsse müssen den Kompatibilitätsanforderungen an Werkstoff, Größe und Wanddicke entsprechen, die für Hilfsrohrleitungsanschlüsse festgelegt werden (siehe **4.13.6**).

Hilfsrohrleitungen müssen zur Erleichterung der Demontage mit lösbaren Verbindungen ausgeführt werden. Die Art der Anschlüsse ist zu vereinbaren. Für Anschlüsse $\geq$ DN 25 müssen Flanschverbindungen angewendet werden.

4.5.6 Kennzeichnung der Anschlüsse

Alle Anschlüsse müssen in der Aufstellungszeichnung entsprechend Einsatzzweck und Funktion gekennzeichnet werden. Es wird empfohlen, diese Kennzeichnung auch auf der Pumpe anzubringen.

4.6 Äußere Kräfte und Momente an den Flanschen (am Ein- und Austritt)

Der Besteller muss die Kräfte und Momente, die durch die Rohrleitungen auf die Pumpe übertragen werden, errechnen und überprüfen, ob die zulässigen Werte nicht überschritten werden. Falls die Belastungen höher als zulässig sind, muss die Lösung des Problems zwischen Besteller und Hersteller/Lieferant vereinbart werden.

Sofern zwischen Besteller und Hersteller/Lieferant kein anderes Verfahren vereinbart ist, wird das im Anhang B empfohlene Verfahren für Pumpen mit elastischen Kupplungen angewendet.

4.7 Flansche an Abzweiganschlüssen (Stutzen)

Die Flansch-Hüllkurve muss so bemessen sein, dass eine Flanschausführung nach dem jeweils zutreffenden Teil von ISO 7005 möglich ist. Falls das übliche Flanschmodell des Pumpenherstellers eine größere Dicke und einen größeren Durchmesser als vorgeschrieben hat, darf der größere Flansch geliefert werden, muss jedoch entsprechend der Festlegungen bearbeitet und gebohrt werden. Eine einwandfreie Auflage von Schraubenkopf und/oder Mutter auf der Rückseite von Gussflanschen muss sichergestellt werden. Die Schraubenlöcher müssen gleichmäßig um die Mittellinie verteilt angeordnet sein.

4.8 Laufräder

4.8.1 Laufradkonstruktion

Je nach Verwendungszweck dürfen geschlossene, halb offene oder offene Laufräder ausgewählt werden. Gegossene oder geschweißte Laufräder müssen, mit Ausnahme der Verschleißringe, aus einem Stück bestehen.

Andere Laufradkonstruktionen sind in Sonderfällen zulässig, d. h. bei Anwendung von kleineren Laufradaustrittsbreiten oder von Sonderwerkstoffen. Dazu ist jedoch die Zustimmung des Bestellers erforderlich.

4.8.2 Laufradbefestigung

Beim Umlauf in der bestimmungsgemäßen Drehrichtung müssen Laufräder gegen Verdrehung und axiale Verschiebung gesichert auf der Pumpenwelle befestigt werden.

4.8.3 Axiale Einstellung

Wird verlangt, dass die Einstellung des axialen Laufradspalts am Aufstellungsort durchzuführen ist, müssen äußere Einstellmöglichkeiten vorgesehen werden. Falls die Einstellung durch axiale Verschiebung des Läufers erfolgt, muss eine mögliche Gefährdung der Gleitringdichtung(en) beachtet werden (siehe auch 4.11.6).

4.9 Verschleißringe oder vergleichbare Verschleißteile

Verschleißringe sollten, wenn zutreffend, eingebaut werden. Wenn sie vorgesehen sind, müssen sie auswechselbar und gesichert gegen Verdrehung angebracht werden.

4.10 Betriebsspiel

Wenn Betriebsspiele zwischen feststehenden und beweglichen Teilen festgelegt werden, müssen die Betriebsbedingungen und die Eigenschaften der für diese Teile angewendeten Werkstoffe (z. B. Härte und Fressneigung) beachtet werden. Alle Spiele müssen so bemessen werden, dass unter Betriebsbedingungen ein Kontakt der Teile vermieden wird und die Werkstoffpaarungen so ausgewählt werden, dass sich Gefährdungen durch Festfressen und Erosion minimieren.

4.11 Wellen und Wellenschutzhülsen

4.11.1 Allgemeines

Wellen müssen ausreichend bemessen und ausreichend steif sein, um

- a) die Nennleistung des Antriebs zu übertragen;
- b) ein nicht zufrieden stellendes Verhalten von Stopfbuchspackung oder Dichtung zu minimieren;
- c) den Verschleiß und die Gefahr des Festfressens zu minimieren und
- d) die statischen und dynamischen radialen Beanspruchungen, die kritische Drehzahl (siehe 4.3.1) und die Anfahrverfahren sowie die zugehörige Trägheitsbelastung in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

4.11.2 Oberflächenrauheit

Die Oberflächenrauheit von Antriebswelle oder Wellenschutzhülse im Bereich der Stopfbuchse, der Gleitringdichtung und der Lagerdichtung, falls vorhanden, darf höchstens $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ betragen, sofern für die Dichtung nicht anders gefordert. Es sollte beachtet werden, dass für Gleitringdichtungen bei Anwendung axialer dynamischer Wellen- oder Wellenhülsendichtungen geringere Oberflächenrauheiten (z. B. $R_a = 0,4 \mu\text{m}$) angewendet werden. Die Messung der Oberflächenrauheit muss nach ISO 3274 erfolgen.