

VCI-LEITFADEN ZUR

# Aufstellung von Kreiselpumpenaggregaten

## Rechtliche Hinweise

*Dieser Leitfaden entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Der Leitfaden wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen die Verfasser und der Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen keine Ansprüche weder gegen die Verfasser noch gegen den Verband der Chemischen Industrie e.V. geltend gemacht werden.*

*Das Urheberrecht dieses Leitfadens liegt beim VCI. Die vollständige und auszugsweise Verbreitung des Textes ist nur gestattet, wenn Titel und Urheber genannt werden.*

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Thilo Höchst

Abteilungsleiter Umweltschutz, Anlagensicherheit, Verkehr  
Bereich Wissenschaft, Technik und Umwelt

T +49 (69) 2556-1507 | E [hoechst@vci.de](mailto:hoechst@vci.de)

### Verband der Chemischen Industrie e.V. – VCI

Mainzer Landstraße 55  
60329 Frankfurt

[www.vci.de](http://www.vci.de) | [www.ihre-chemie.de](http://www.ihre-chemie.de) | [www.chemiehoch3.de](http://www.chemiehoch3.de)

[LinkedIn](#) | [Twitter](#) | [YouTube](#) | [Instagram](#)

[Datenschutzhinweis](#) | [Compliance-Leitfaden](#) | [Transparenz](#)

- Registernummer des EU-Transparenzregisters: 15423437054-40
- Der VCI ist unter der Registernummer R000476 im Lobbyregister, für die Interessenvertretung gegenüber dem Deutschen Bundestag und gegenüber der Bundesregierung, registriert.

*Der Verband der Chemischen Industrie (VCI) vertritt die Interessen von rund 1.900 Unternehmen aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie und chemienaher Wirtschaftszweige gegenüber Politik, Behörden, anderen Bereichen der Wirtschaft, der Wissenschaft und den Medien. 2021 setzten die Mitgliedsunternehmen des VCI rund 220 Milliarden Euro um und beschäftigten mehr als 530.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.*



Responsible Care – ein Beitrag zur  
Nachhaltigkeitsinitiative Chemie<sup>3</sup>



Getragen von:  
Wirtschaftsverband VCI,  
Gewerkschaft IG BCE und  
Arbeitgeberverband BAVC

## Inhaltsverzeichnis

<b>Aufstellung von Kreiselpumpenaggregaten</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Normative Verweisungen</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Begriffe</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1 Anforderungen an die Sicherheit</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Anforderungen aus technischen Regelwerken</b> .....	<b>6</b>
<b>5.1 MaschinenRL</b> .....	<b>6</b>
<b>5.2 WHG</b> .....	<b>6</b>
<b>5.3 API RP 686</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Anforderungen seitens des Betreibers</b> .....	<b>7</b>
<b>6.1 Schallschutz und Schwingungen</b> .....	<b>7</b>
<b>7. Aufstellungsarten</b> .....	<b>7</b>
<b>7.1 Fundament</b> .....	<b>7</b>
<b>7.1.1 Befestigungsmittel</b> .....	<b>9</b>
<b>7.2 Fundamentlose Aufstellung</b> .....	<b>9</b>
<b>7.3 Größe des Pumpenaggregats</b> .....	<b>11</b>
<b>8. Aufstellung</b> .....	<b>11</b>
<b>8.1 Rohrleitungsanschluss</b> .....	<b>11</b>
<b>8.1.1 Aufstellung mit Fundament</b> .....	<b>11</b>
<b>8.1.2 Fundamentlose Aufstellung</b> .....	<b>11</b>
<b>8.2 Verspannung durch Aufstellung</b> .....	<b>12</b>
<b>8.3 Kupplungsausrichtung</b> .....	<b>12</b>
<b>9. Betrieb und Instandhaltung</b> .....	<b>12</b>

## Die Erstausgabe dieses Dokuments wurde von den Firmen

- BASF SE
- Covestro Deutschland AG
- DOW Olefinverbund GmbH
- Evonik Industries AG
- INEOS Manufacturing Deutschland GmbH
- Merck KGaA

unter Federführung des KC Mechanik und Verfahrenstechnik der IGR e. V. mit Unterstützung des Verbandes der Chemischen Industrie e. V. (VCI) gemeinsam erarbeitet. Das Dokument kann unverändert oder angepasst an das eigene Layout der beteiligten Firmen als interner Standard übernommen werden.

## 1. Anwendungsbereich

Dieses Dokument soll die Planung der Aufstellung von Kreiselpumpenaggregaten unterstützen. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Aufstellungsarten werden aufgezeigt, so dass der Anwender entscheiden kann, welche Aufstellungsart für sein Pumpenaggregat am geeignetsten ist.

Die Wahl der richtigen Aufstellungsart kann Einfluss auf folgende Aspekte haben:

- Kosten
- Anlagenverfügbarkeit
- Instandhaltungsaufwand
- Sicherheit.

Dieses Dokument behandelt nicht vertiefend die Themen:

- Auslegung
- Baustatik
- Abgrenzung zur Rohrleitungsplanung (Anschlüsse, Verrohrung)
- Abgrenzung zur Rohrleitungsverlegung und zum Bau
- Eingriffsschutz / Kupplungsschutz
- Betrieb
- Elektrik

Das Dokument gilt nicht für folgende Pumpenarten:

- Inlinenpumpen
- Vertikale Pumpen
- Tauchpumpen
- Mobile Pumpen

## 2. Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
RL 2006/42/EG (MaschinenRL)	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. ProdSV)
DIN 529	Steinschrauben
DIN EN ISO 2858	Kreiselpumpen mit axialem Eintritt (PN 16) - Bezeichnung, Nennleistung und Abmessungen
DIN ISO 10816-3	Mechanische Schwingungen - Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen - Teil 3: Industrielle Maschinen mit einer Nennleistung über 15 kW und Nenn-drehzahlen zwischen 120 min <sup>-1</sup> und 15000 min <sup>-1</sup> bei Messungen am Aufstellungsort
DIN EN ISO 17769-1	Flüssigkeitspumpen und -installationen - Allgemeine Begriffe, Definitionen, Größen, Formelzeichen und Einheiten - Teil 1: Flüssigkeitspumpen
DIN ISO 21940-11	Mechanische Schwingungen - Auswuchten von Rotoren - Teil 11: Verfahren und Toleranzen für Rotoren mit starrem Verhalten
API RP 686	Recommended Practice for Machinery Installation and Installation Design
VDMA 24277	Flüssigkeitspumpen - Installation - Spannungsarmer Rohrleitungsanschluss
IGR GT 60-23661	IGR Guideline Technik: Grundplatten für Pumpen - Maße, Zuordnungen
Weiterführende Literatur:	
DIN EN 27574-2	Akustik - Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten; Teil 2: Verfahren für Angaben (oder Vorgaben) für Einzelmaschinen
DIN EN ISO 11688-1	Akustik - Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte - Teil 1: Planung
PIP	Process Industry Practices <a href="https://www.pip.org/practices">https://www.pip.org/practices</a>

### 3. Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten folgende Begriffe:

**Pumpenaggregat (nach DIN EN ISO 17769-1):** Zusammenbau mechanischer Vorrichtungen einschließlich der Pumpe, des Antriebs (gemeinsam mit den Übertragungselementen, der Grundplatte und jeglichen Hilfseinrichtungen).

## 4. Allgemeine Anforderungen

### 4.1 Anforderungen an die Sicherheit

Aus Gründen der Sicherheit (Personenschutz, Stolper- und Anstoßgefahren) darf das Pumpenaggregat nicht in die Verkehrswege hinausragen (Lüfterteil des Motors, Rohrleitungs- und Anschlusssteile).

Ragt das Pumpenaggregat dennoch in die Verkehrswege, ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und ggf. ist ein gesonderter Rammschutz vorzusehen.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes empfiehlt es sich, den garantierten A-bewerteten Schalldruckpegel in der Angebotsanfrage mit aufzunehmen. Übersteigt der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel an den Arbeitsplätzen 80 dB(A), ist auch der A-bewertete Schallleistungspegel der Maschine anzugeben.

## 5. Anforderungen aus technischen Regelwerken

### 5.1 MaschinenRL

Entsprechend der Maschinenrichtlinie Anhang 1 Abschnitt 1.3.1. und 1.6.2. müssen die Standfestigkeit sowie die Zugänglichkeit gewährleistet werden.

Gemäß Anhang 1 Abschnitt 1.5.8 der Maschinenrichtlinie muss die Maschine so konstruiert und gebaut sein, dass Risiken durch Luftschallemission insbesondere an der Quelle so weit gemindert werden, wie es nach dem Stand des technischen Fortschritts und mit den zur Lärmminde- rung verfügbaren Mitteln möglich ist.

### 5.2 WHG

Gemäß WHG Abschnitt 3 § 62 (AwSV Abschnitt 2 § 17) müssen Anlagen zum Umgang mit wasser- gefährdenden Stoffen so eingebaut, aufgestellt und betrieben werden, dass eine Verunreinigung des Grundwassers und des Bodens sowie von Oberflächengewässern nicht zu besorgen sind bzw. dass der bestmögliche Schutz vor derartigen Verunreinigungen gewährleistet ist. Bei der Aufstellung von Pumpenaggregaten, die WHG-Stoffe fördern, bedeutet dies, dass der Aufstel- lungsort den Anforderungen des WHG (AwSV) entsprechen muss (Aufstellungsflächen: Auffang- volumen gemäß Genehmigung). Entsprechende Anlagen müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik nach § 62 Absatz 2 des Wasserhaushaltsgesetzes entsprechen. Ausgewiesene

AwSV-Flächen dürfen durch die Aufstellung nicht beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden (z.B. durch Beschädigung von Beschichtungen durch Bohrungen).

## 5.3 API RP 686

Die API RP 686 gibt Empfehlungen für die korrekte Maschineninstallation. Es werden Anforderungen an Fundamente und Stahlbau zur Unterkonstruktion beschrieben.

Diese Norm gibt Richtwerte für den Aufbau und die Dimensionierung von Fundamenten hinsichtlich Traglast und Eigenresonanzen an. Im Anhang A der API RP 686 ist eine Checkliste enthalten, die bei der Planung unterstützen kann.

# 6. Anforderungen seitens des Betreibers

## 6.1 Schallschutz und Schwingungen

Schall und Schwingungen entstehen durch die Rotation von Motor- und Pumpenbauteilen sowie durch das Medium, das durch die Rohrleitungen und Formstücke strömt. Eine nicht fachgerechte Montage kann sich nachteilig hinsichtlich des Schalls und der Schwingungen auswirken. Hinweise zur fachgerechten Montage sind in Abschnitt 7 aufgeführt.

Generell ist die Schallbelastung bei fundamentloser Aufstellung von Pumpenaggregaten höher als bei Aufstellung mit Fundament. Je höher die Schwingung, desto größer der Schallpegel. Bei der Auslegung des Pumpenaggregats muss dies mitberücksichtigt werden.

Die Auswucht-Gütestufe hat einen großen Einfluss auf die Schwingungen. Es wird empfohlen, die DIN ISO 21940-11 anzuwenden.

# 7. Aufstellungsarten

Im Folgenden werden die Aufstellung mit Fundament und die fundamentlose Aufstellung mit ihren Vor- und Nachteilen beschrieben sowie für welche Pumpenart und/oder Pumpengröße diese Aufstellungsarten geeignet sind. Auch die baulichen Vorgaben können über die Aufstellungsart entscheiden.

## 7.1 Fundament

### Unterschiede der Werkstoffe Beton und Epoxy:

- **Betonfundament**
  - Ein Betonfundament benötigt zumeist längere Trocknungszeiten als ein Epoxyfundament.
  - Bei schnelltroknenden Betonfundamenten muss die Materialschrwindung (ist im Vergleich sehr hoch) berücksichtigt werden.
  - Betonfundamente sind gegen Öle und Säuren nicht resistent.
  - Die Haltbarkeit beträgt ca. 20 Jahre, je nach Bedingungen.
  - Beton ist anfälliger für Schwingungen als Epoxy und kann dadurch beschädigt werden.

- Die Kosten eines Betonfundamentes sind geringer als die eines Epoxyfundaments.
- Epoxyfundament
  - Epoxy hat Trocknungszeiten von ca. 1 – 2 Tagen.
  - Die Materialschrindung ist im Vergleich zu Beton geringer.
  - Epoxy ist öl- und säurebeständig.
  - Die Haltbarkeit ist länger als bei Betonfundamenten.
  - Epoxy ist unempfindlicher gegen Schwingungen als Beton.

#### **Anforderungen an das Fundament und den Untergrund:**

Das Fundament des Pumpenaggregats besteht in der Regel aus einem bewehrten Betonfundament, welches geeignet ist, das Eigengewicht, sowie alle Betriebskräfte aufzunehmen. Auch Schwingungen, beispielsweise durch anhaftende Feststoffe, können aufgenommen werden. Für Kreiselpumpenaggregate sollte das Fundament entsprechend DIN ISO 10816-3 starr dimensioniert werden. Alternativ gilt eine Fundamentmasse, die größer als die dreifache Masse des Pumpenaggregats ist, lt. API RP 686 als geeignet. Für stark schwingende Maschinen (Zentrifugal-, Rotations- und Hubkolbenmaschinen) gilt die fünf- bis zehnfache Masse des Pumpenaggregates als geeignet. Der Sockel soll eine Höhe von 200 mm nicht unterschreiten.

Auf das Betonfundament wird der Grundrahmen bzw. die Grundplatte des Pumpenaggregats aufgesetzt und mit Befestigungsmitteln entsprechend Abschnitt 7.1.1. befestigt. Das Fundament muss hierfür eben und sauber sein. Bei der Verwendung von Steinschrauben sind Kernlöcher im Betonfundament vorzusehen. Diese sollten einen Durchmesser von 100 mm haben und sind so tief auszuführen, dass die Schrauben bei geeignetem Gewindeüberstand an der Grundplatte frei hängend vergossen werden können.

Die Größe der Grundplatten sollte so ausgelegt werden, dass das Pumpenaggregat nicht über die Grundplatte hinausragt. Grundsätzlich ist der Grundrahmen mit Unterlegblechen zu unterfüttern, wobei die horizontale Ausrichtung der Grundplatte sichergestellt wird. Die Unterlegbleche sollten so nah wie möglich an den Fundamentbefestigungen angebracht werden. Bei größeren Grundplatten müssen weitere Unterlegbleche zwischen den Fundamentbefestigungen verwendet werden, um das Durchbiegen der Grundplatte zu vermeiden. Der Bereich zwischen Oberkante des Fundamentes und Unterkante der Grundplatte ist mit einer geeigneten, schwindfreien Betonmasse in normaler Körnung (8 mm) zu vergießen.

Wo es erforderlich ist, kann die Grundplatte zur Dämpfung von Schwingungen ausgegossen werden. Hierzu sind in der Grundplatte Löcher mit einem Durchmesser von min. 100 mm, für Verguss und Entlüftung, vorzusehen.

Für jede Maschine ist ein eigenes Fundament herzustellen, wodurch die Übertragung von Schwingungen vermindert wird. Zwischen zwei Fundamenten ist ein Mindestabstand von 700 mm einzuhalten. Eine Vergrößerung des Abstandes auf 850 mm kann aus Transportgründen sinnvoll sein. Bei Abständen zu anderen Maschinen und Anlagenteilen sind ggf. erforderliche Abstände für Fluchtwege zu berücksichtigen.

#### **Vorteile eines Fundaments:**

- Mehr Masse, somit bessere Dämpfung gegen Schwingungen,
- Pumpenaggregat, das auf einem Fundament fest installiert ist, kann auch besser Querkräfte aus der Rohrleitung aufnehmen,
- Verwindungssteif,



- Für sehr große Gewichte geeignet,
- Rammschutz z.B. gegen Anfahren mit Stapler, da das Pumpenaggregat in der Regel nicht über das Fundament in die Verkehrswege hinausragt,
- Kleinere Pumpenaggregate bekommen mehr Masse, wenn der Rahmen vergossen wird,
- Flutungssicher, da das Pumpenaggregat normalerweise höher steht als bei der fundamentlosen Aufstellung,
- Ein Betonfundament ist normalerweise wartungsfrei, da keine Verschleißteile vorhanden sind.

#### **Nachteile eines Fundaments:**

- Erhöhter Aufwand bei Planung und Herstellung, ist teurer,
- Pumpenaggregat ist fixiert, keine Änderung der Position des Aggregates möglich,
- Die Rohrleitung muss sich an die Position des Fundaments anpassen,
- Höherer Platzbedarf,
- Ausbau des Gesamtaggregates zeitintensiv,
- Zeit- und kostenintensiver Wechsel einer defekten Platte / eines defekten Rahmens falls vergossen.

### 7.1.1 Befestigungsmittel

Typischerweise werden zur Befestigung von Grundplatten auf Fundamenten Steinschrauben nach DIN 529 Form C (s. Bild 1) verwendet. Alternativ hierzu ist die Verwendung von Klebeankern möglich.

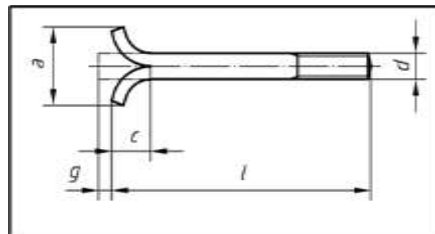


Bild 1 – Steinschraube nach DIN 529 Form C

Aufgrund von kürzeren Aushärtezeiten und einer einfacheren Herstellung der Bohrungen bei der Klebeanker-technologie ist dies in vielen Fällen die kostengünstigere und schnellere Variante. Die Festigkeitsangaben und Montagevorschriften der Hersteller sind dabei zu berücksichtigen.

## 7.2 Fundamentlose Aufstellung

Bei der fundamentlosen Aufstellung werden die Komponenten des Pumpenaggregats auf eine Unterkonstruktion aufgebaut.

Um Durchbiegung und Verwindung aufgrund des Gewichtes oder des Betriebes des Pumpenaggregates zu vermeiden und die Ausrichtbarkeit der Komponenten (sprich Pumpe – Kupplung – Motor) zu gewährleisten muss die Unterkonstruktion (sprich Grundplatte oder Schweißkonstruktion) eine ausreichende Steifigkeit haben. Bei Einsatz von Chemienormpumpen nach DIN EN ISO 2858 wird üblicherweise eine geeignete Grundplatte vom Hersteller mitgeliefert.

Grundsätzlich ist bei der fundamentlosen Aufstellung die Ausführung des Pumpenaggregates in Blockausführung – heißt direkt angeflanschter Motor ohne Kupplung – zu bevorzugen. Dies bedeutet dann auch eine kleinere Grundplatte und weniger Gesamtgewicht.

Bei längeren Unterkonstruktionen wird die Verwendung von mindestens sechs Füßen empfohlen, um plastische Verformungen über die Zeit zu verhindern.

Die Unterkonstruktion steht auf Füßen. Dabei wird unterschieden zwischen festen und höherverstellbaren Füßen. Höhenverstellbare Füße erleichtern die Ausrichtung der Unterkonstruktion. Sie müssen in jedem Fall mit einer schwingungsdämpfenden Auflage ausgeführt sein. Dies reduziert nicht nur die auftretenden Schwingungen, sondern erhöht auch die Reibung zum Untergrund.

Bei der Auswahl der Füße, die in verschiedenen Größen erhältlich sind, sind folgende Punkte zu beachten:

- Alle Komponenten des Stellfußes müssen für das Gewicht des Aggregates geeignet sein.
- Die Länge der Stellschraube  $l_1$  muss den zu erreichenden Abstand zwischen Boden und Grundplatte/Schweißkonstruktion + Klemmdicke am Befestigungspunkt der Unterkonstruktion berücksichtigen.
- Schrauben, Muttern und Scheiben sollten mindestens in der Ausführung „Edelstahl“ eingesetzt werden. Besondere Anforderungen an die Werkstoffe durch die umgebende Atmosphäre oder austretendes Produkt sind bei der Werkstoffauswahl maßgebend.
- Die Stellschraube sollte mit einer Art Gelenk an den unteren Auflagefuß angeschlossen sein. Das erlaubt jedem Fuß eine gewisse, zugelassene Bewegung, ohne eine plastische Verformung der Schraube hervorzurufen.
- Der Werkstoff des Unterteiles des Fußes muss in jedem Falle auch den Anforderungen bezüglich Atmosphäre und Produkt entsprechen.
- Der maximale Abstand zwischen Aufstellfläche und Unterkante Unterkonstruktion darf nicht mehr als ca. 100 mm betragen, um einer Verformung der Stellschraube vorzubeugen.

#### **Vorteile der fundamentlosen Aufstellung:**

- Aufstellung und Wechsel im Vergleich zum Fundament einfach und kostengünstiger,
- Geringerer Platzbedarf,
- Flexibilität bei der Wahl des Aufstellungsortes,
- Nachträgliche Installation in einer bestehenden Anlage unkompliziert,
- In den meisten Fällen bessere Zugänglichkeit durch flexible Wahl des Aufstellungsortes,
- Unterkonstruktion komplett austauschbar.

#### **Nachteile der fundamentlosen Aufstellung:**

- Einschränkungen bezüglich der Baugröße (Gewicht) des Pumpenaggregates – Leistungsbeschränkung,
- Nicht geeignet bei schwingungsanfälligen Pumpenaggregaten (resonanzbedingt),
- Anwendung nur möglich, wenn die zu erwartenden Belastungen (Querkräfte) durch die [Rohrleitungen](#) begrenzt sind,
- Verschieben des Pumpenaggregats möglich z.B. durch Schwingungen oder Gabelstapler, wenn das Pumpenaggregat nicht festgeschraubt ist.

## 7.3 Größe des Pumpenaggregats

Bedingt durch die konstruktive Ausführung der Füße (schwingungsdämpfende Auflage, Schraubenlänge) ist es zwangsläufig notwendig, für die fundamentlose Aufstellung eine Gewichtsgrenze für das Gesamtgewicht des Pumpenaggregats in Betracht zu ziehen. Aus der Praxis heraus hat sich hier die Motorleistung als eine gute Eingrenzung bewährt. Somit ist zu empfehlen, diese Art der Aufstellung für Motorleistung  $\leq 30$  kW anzuwenden und bei größeren Motorleistungen ein festes Fundament vorzusehen.

## 8. Aufstellung

### 8.1 Rohrleitungsanschluss

- Der Anschluss der Rohrleitung an das Pumpenaggregat muss spannungsarm erfolgen.
- Die Rohrleitungen sind so zu verlegen, dass Lufteinschlüsse vermieden werden.
- Armaturen, die den Strömungsverlauf stören, nicht direkt vor dem Pumpenaggregat anordnen.
- VDMA 24277 Flüssigkeitspumpen - Installation - Spannungsarmer Rohrleitungsanschluss ist zu beachten.
- Die Längenänderung der Rohrleitung muss berücksichtigt werden. Dies kann durch Dehnungsbögen oder Rohrkompensatoren erfolgen.
- Für die Berechnung der Rohrleitung ist die Art der Aufstellung relevant, da es sonst zu nicht zulässigen Spannungen im Rohrleitungssystem kommen kann.
- Mit der zuständigen Abteilung für den Rohrleitungsbau und für die Berechnung ist die Art der Aufstellung abzustimmen.
- Die Länge der Beruhigungsstrecke (Drei- bis Fünffache des Nenndurchmessers DN des Pumpenstutzens) ist zu beachten.
- Die zulässigen Stützenkräfte am Anschluss dürfen nicht überschritten werden.

#### 8.1.1 Aufstellung mit Fundament

Bei der Aufstellung des Pumpenaggregats auf einem Fundament und dem anschließenden Verguss kann bei der Berechnung das Pumpenaggregat als Festpunkt angenommen werden, um die zulässigen Rohrleitungs-kräfte auszunutzen.

#### 8.1.2 Fundamentlose Aufstellung

Um bei der fundamentlosen Aufstellung auf Füßen das Pumpenaggregat als Festpunkt anzunehmen, dürfen die Füße nicht über den Untergrund der Aufstellung schieben.

## 8.2 Verspannung durch Aufstellung

Unebenheit der Platte bzw. Pumpenböcke und Abweichungen der Planparallelität können bei der Montage zu Verspannungen führen. Es ist zu empfehlen, die Qualität beim Hersteller im Vorfeld zu überprüfen. Weitere Details siehe IGR Guideline Technik 60-23661.

## 8.3 Kupplungsausrichtung

Um den korrekten Betrieb eines Pumpenaggregats sicherzustellen, ist eine Ausrichtung von Motor zu Pumpe erforderlich. Diese sollte nach Möglichkeit mit einem Laser-Ausrichtgerät erfolgen. Auch das Ausrichten mit Hilfe von Messuhren und Haarlineal sind möglich, i.d.R. aber mit einem größeren Fehler behaftet. Da die Position des Pumpenaggregats durch die Rohrleitungen definiert ist, empfiehlt es sich, die korrekte Ausrichtung durch das Verschieben des Motors sicherzustellen.

Ohne eine korrekte Ausrichtung kommt es zu einem Anstieg der Maschinenschwingung im Bereich der Drehfrequenz. Weiterhin werden Kupplung, Welle, Gleitringdichtung und Lager stärker belastet, was einen gesteigerten Verschleiß zur Folge hat. Auch ein Ausfall des Aggregates kann in Folge des Verschleißes nicht ausgeschlossen werden.

Es ist zu beachten, dass die werkseitige Ausrichtung sich durch Transport und Anschluss von Rohrleitungen ändern kann. Daher ist es notwendig, die Ausrichtung des Motors zur Pumpe nach Ende der Montagearbeiten durchzuführen. Ggf. sollte die Ausrichtung nach einer möglichen Wasserfahrt erneut geprüft werden, bevor das Pumpenaggregat in Betrieb geht.

Bei heiß gehenden, sowie auch kalt gehenden Pumpenaggregaten (ab einer Betriebstemperatur von ca.  $\Delta T = 100 \text{ K}$ ) kommt es zu thermischem Wachstum/Schrumpfen des Pumpenaggregats, was zusätzlicher Aufmerksamkeit beim Ausrichten bedarf. Eine Ausrichtvorschrift des Herstellers ist ggf. zu beachten. Zudem muss nach Anwärmen/Abkühlen des Pumpenaggregats eine erneute Ausrichtung bei Betriebstemperatur erfolgen.

## 9. Betrieb und Instandhaltung

Die Anforderungen des Pumpenbetriebes und der Instandhaltung sind schon in der Planung zu berücksichtigen.