

Pumpenbauarten und -formen

1. Bauformen

In der Heizungstechnik werden praktisch ausschließlich Kreiselpumpen verwendet. Dabei unterscheidet man drei Grundformen:

- Nassläuferpumpen
- Trockenläuferpumpen in Inline-Bauart
- Trockenläuferpumpen in Grundplatten-Bauart.

Für kleine und mittlere Heizungsanlagen werden überwiegend Nassläuferpumpen mit Spaltrohrmotor verwendet (Bild 1). Das Spaltrohr hat eine Wanddicke von nur 0,1 bis 0,3 mm und trennt berührungsfrei den vom Heizungswasser umströmten Läufer des elektrischen Antriebsmotors von der Statorwicklung. Diese Art der Abdichtung ist wartungsfrei. Das Heizungswasser dient auch zur Lagerschmierung und wirkt schalldämpfend. Nassläuferpumpen zeichnen sich durch besondere Laufruhe aus.

Nassläuferpumpen werden für Förderströme bis etwa 100 m³/h und Förderhöhen bis etwa 10 bis 15 m angeboten (genau Angaben sind den Projektierungsunterlagen der Hersteller zu entnehmen).

Bei Trockenläufern in Inline-Bauart ist zwar der Antriebsmotor wie bei den Nassläuferpumpen direkt an das Pumpengehäuse angeflanscht, jedoch ist der sich drehende Motorteil, der Läufer ebenso wie die übrigen Teile des Motors von den heizwasserführenden Pumpenteilen konstruktiv getrennt (daher der Name Trockenläufer); s. Bild 2. Pumpe und Motor haben eine gemeinsame Welle, die am Austritt aus dem Pumpengehäuse gegen Wasseraustritt abgedichtet sein muss. Die hier fast ausschließlich verwendeten Gleitringdichtungen sind Verschleißteile, die regelmäßig ersetzt werden müssen. Das Laufgeräusch von Trockenläuferpumpen hat generell höhere Pegelwerte als das von Nassläuferpumpen, daher muss man geeignete Schallschutzmaßnahmen vorsehen. Trockenläuferpumpen in Inline-Bauweise sind für Förderströme von etwa 2 m³/h bis etwa 500 m³/h auf dem Markt und erreichen Förderhöhen bis etwa 20 m.

Trockenläuferpumpen haben günstigere hydraulische Wirkungsgrade als Nassläuferpumpen und günstigere Motorwirkungsgrade und damit einen geringeren Stromverbrauch; außerdem sind sie wegen ihres kleineren NPSH-Wertes (siehe später) bei besonderen Anwendungsfällen, z.B. Dachheizzentralen besser geeignet.

Bei den beiden vorstehend beschriebenen Bauarten sind die Pumpenansaugstutzen konstruktiv in einer Achse angeordnet („In-Line“); daher lassen sich diese Pumpen unmittelbar in die Rohrleitung einbauen. Bei Pumpen mit geringerem Gewicht müssen die Gewichtskräfte und das Drehmoment von der Rohrleitung aufgenommen werden, größere Pumpen sind über Konsolen oder Fundamente abzustützen. Nassläuferpumpen werden in der Regel ohne Fundament in die Rohrleitung eingebaut; ihr Anschluss erfolgt, je nach Größe, durch Rohrverschraubungen oder Flansche. Der Einbau dieser Pumpe kann waagrecht, senkrecht oder schräg erfolgen, in allen diesen Fällen muss jedoch die Pumpenwelle waagrecht angeordnet sein, da sonst die Lager sehr schnell verschleifen.

Bei größeren Anlagen mit Förderströmen bis 300 m³/h und mehr verwendet man Normpumpen, (Bild 3), bei denen Pumpe und Motor konstruktiv getrennt, auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet sind. Solche Pumpen haben axialen Eintritt und radialen Austritt des Förderfluids; sie erfordern somit mehr Platz zur Aufstellung und einen größeren Aufwand an Rohrleitungen und Armaturen.

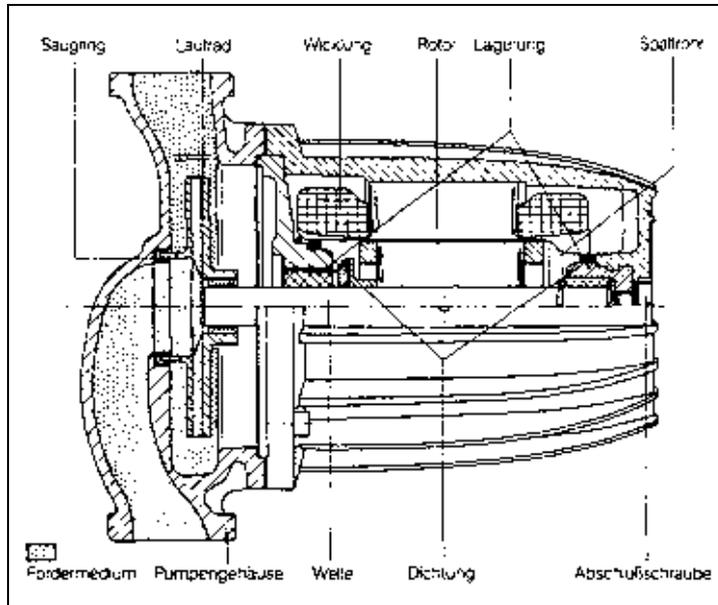


Bild 1: Heizungspumpe mit Nassläufermotor

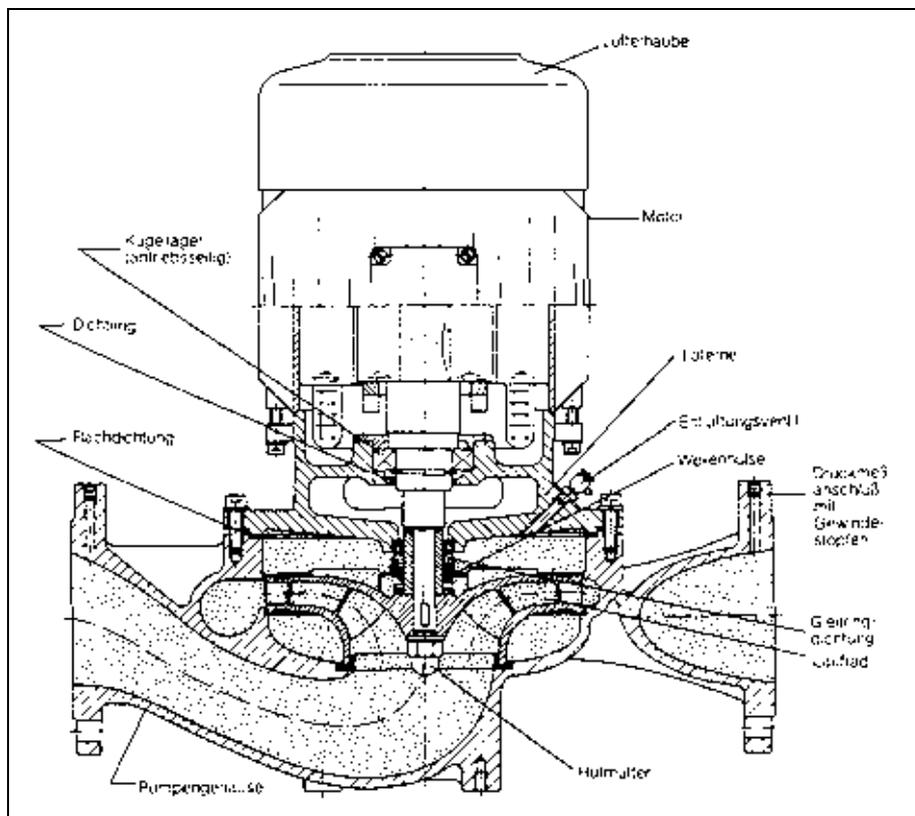


Bild 2: Trockenläufer-Pumpe in Inline-Bauart

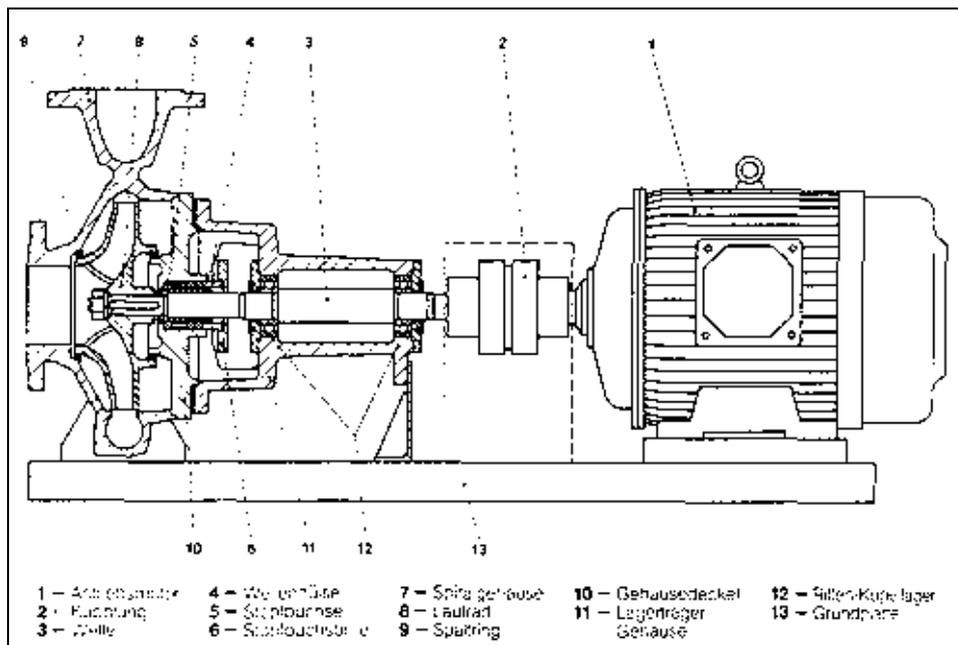


Bild 3: Normpumpe mit Grundplatte, Kupplung und Motor

Bauform	Beschreibung	Anwendung
Trockenläufer-Pumpen: Inline-Pumpen	Trennung zwischen heizwasserführenden Pumpenbauteilen u. E-Motor, E-Motor an Pumpe angeflanscht, gemeinsame Welle für Pumpe und E-Motor	Heizungstechnik; größere Anlagen, für Dachheizzentralen gut geeignet
Nassläuferpumpen	Alle sich drehenden Bauteile einschl. Läufer des E-Motors vom Heizwasser umströmt, gemeinsame Welle für Pumpe und E-Motor	Heizungstechnik; nahezu universell verwendbare Pumpenbauart, für Dachheizzentralen nur bedingt geeignet; nicht geeignet f. Brauchwasser
Trockenläufer-Pumpen: Grundplatten-Bauart	Trennung zwischen heizwasserführenden Pumpenbauteilen u. E-Motor, getrennte Wellen für Pumpe und E-Motor, Leistungsübertragung durch elastische Kupplung, Pumpe und Motor auf Grundplatte montiert	Große Anlagen: Heizwerke, Block-Heizkraftwerke, Heizkraftwerke

Tabelle 1: Pumpenbauformen

2. Bauteile einer Kreiselpumpe

Bild 4 zeigt eine Kreiselpumpe im Schnitt, aus dem die wichtigsten Bauteile namentlich genannt werden.

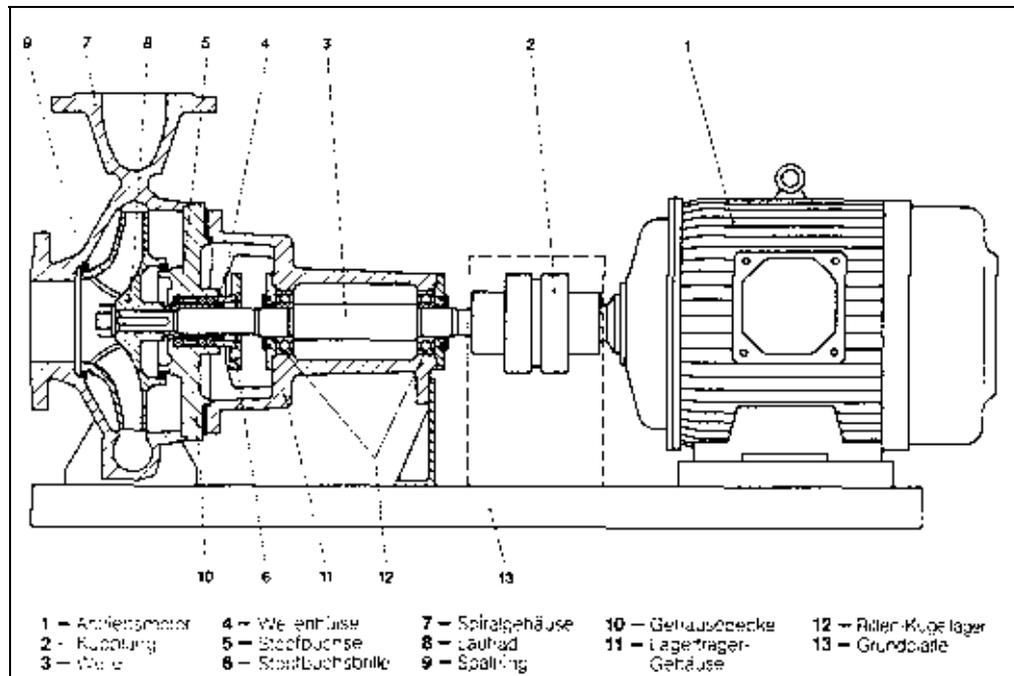


Bild 4 Bauteile einer Kreiselpumpe

3. Einteilung von Kreiselpumpen

3.1. Einteilung nach der Form des Laufrades

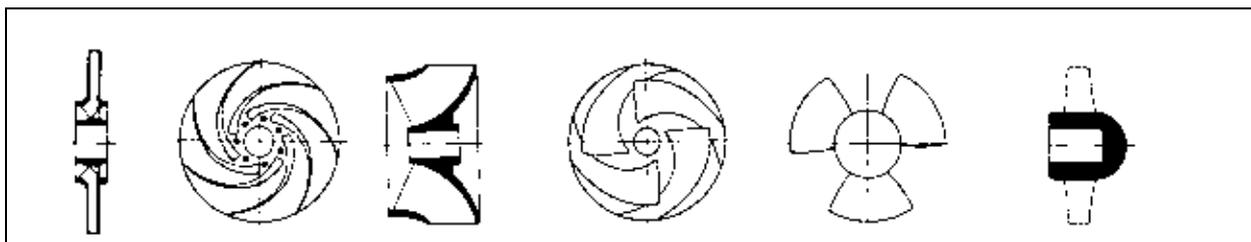


Bild 5 Laufradformen

Radialrad
 $n_q = 10 \text{ bis } 40 \text{ min}^{-1}$

Halbradialrad
 $n_q = 40 \text{ bis } 160 \text{ min}^{-1}$

Axialrad, Propellerrad
 $n_q = 100 \text{ bis } 500 \text{ min}^{-1}$

- Radialpumpen – Die Druckerhöhung erfolgt im radialen Teil des Rades; Durchströmung radial
- Halbaxial- oder Diagonalpumpen
- Axial- oder Propellerpumpen – Durchströmung nur axial
- Pumpen mit Sonderformen des Laufrades – z.B. mit nur 1 oder 2 Schaufeln auf dem Laufrad für z.B. Schmutzwasserförderung oder Rübenförderung in Zuckerfabriken

Wann setzt man welche Pumpe ein?

Entscheidung mit Hilfe der spezifischen Drehzahl n_q der Pumpe:

$$n_q = \frac{n}{60} \cdot \frac{\dot{V}_{\text{opt}}^{1/2}}{H_{\text{opt}}^{3/4}}$$

mit n in 1/min

\dot{V} Volumenstrom bei optimalem Wirkungsgrad der Pumpe

H Förderhöhe bei optimalem Wirkungsgrad der Pumpe

	wenn	ergibt
Radialrad	\dot{V} klein, H groß	n_q klein
Axialrad	\dot{V} groß, H klein	n_q groß

In der Versorgungstechnik werden praktisch nur Radialräder verwendet, da verhältnismäßig kleine Volumenströme bei relativ großen Druckverlusten auftreten. Bei z.B. Pumpspeicherwerken hingegen werden wegen der großen Volumenströme bei verhältnismäßig geringen Förderhöhen Pumpen mit Axialrädern eingesetzt.

3.2. Ein- und mehrstufige Pumpen

- einstufig (ein Laufrad) – mehrstufig (mehrere Laufräder hintereinander geschaltet)

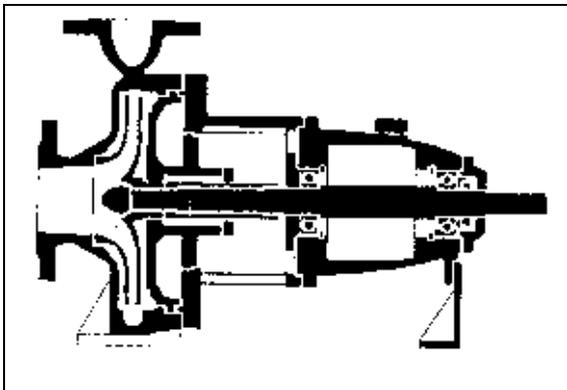


Bild 6 Einstufige Pumpe

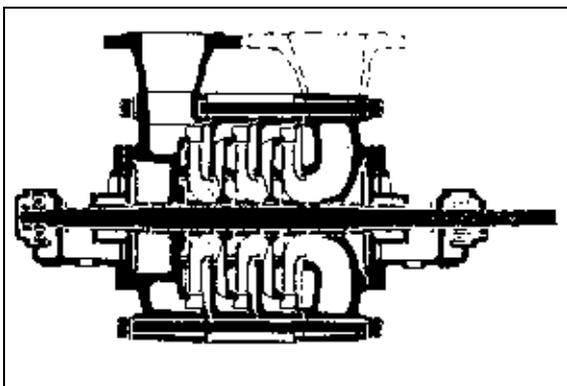


Bild 7 Zweistufige Pumpe

Die Förderhöhe ist proportional zur Geschwindigkeit am Laufrad. Eine Vergrößerung der Förderhöhe erfolgt durch:

- große Laufräder (konstruktiv schwierig wegen Massenkräften, Unwucht)
- mehrere Laufräder hintereinander (wirken praktisch wie hintereinander geschaltete Pumpen)

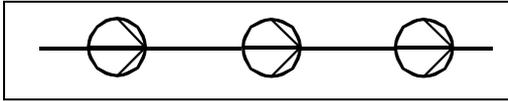


Bild 8 Reihenschaltung

In der Versorgungstechnik werden praktisch ausschließlich einstufige Pumpen eingesetzt.

3.3. Ein- und mehrlufige Pumpen

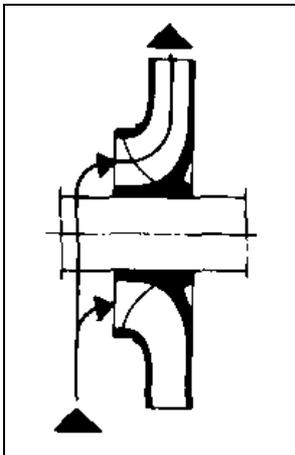


Bild 9 einflutige (einstufige) Pumpe

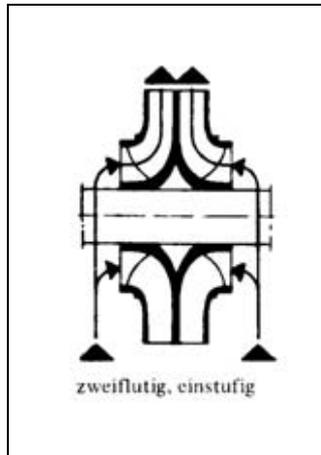


Bild 9 zweiflutige (einstufige) Pumpe

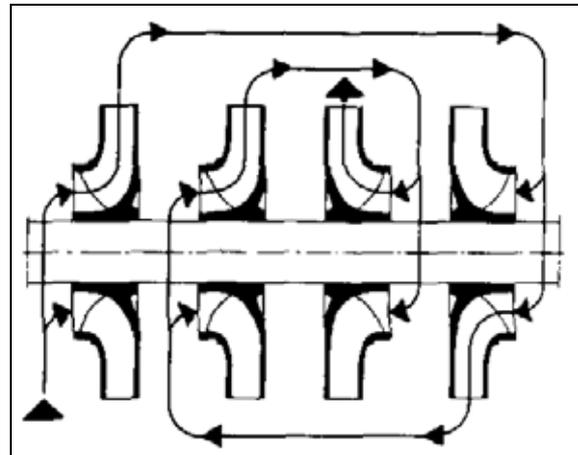


Bild 9 einflutige (vierstufige) Pumpe

Das Zusammenführen von Volumenströmen hat konstruktive Gründe. Bei der Umlenkung der Massenströme entstehen Axialkräfte. Dadurch greifen höhere Kräfte an die Welle, Lager usw. an. Vermieden werden kann dies mit der 2-flutigen Bauart von Pumpen. Die dort entstehenden Axialkräfte heben sich gegenseitig auf.

3.4. Einteilung nach der Bauform

- fliegende Laufrad-Anordnung (einseitige Lagerung), z.B. Blockbauweise (Laufrad direkt auf der Motorwelle angeordnet)
- beidseitig gelagerter Läufer

3.5. Einteilung nach der Zuordnung Pumpe / Motor

- Nassläuferpumpe
- Trockenläuferpumpe

Vorteile von Nassläuferpumpen:

- kompakte Bauform
- preiswerte Bauart
- keine Abdichtung gegen sich bewegende Bauteile erforderlich, d.h. keine Stopfbuchse oder Gleitringdichtung notwendig
- keine separate Kühlung erforderlich (2/3 der entstehenden Wärmemenge werden an das Fördermedium abgegeben)
- praktisch keine Wartung erforderlich da Gleitlager eingesetzt werden, die bei Verschleiß ausgetauscht werden

Nachteile:

- Der Gesamtwirkungsgrad (Motor + Pumpe) liegt bei max. 25 % (der Pumpenwirkungsgrad ist mit 50 % nicht so schlecht, der Motorwirkungsgrad liegt aber ebenfalls bei in dem Fall schlechten 50 %). So wirkt der Läufer wie eine Wasserwirbelbremse (50 % Motor + 50 % Pumpe = 25 % Gesamt).
- Sie kann nur bei kleinen Leistungen eingesetzt werden bis $P_{el} = 1 \text{ kW}$.

3.6. Einteilung nach der Zuordnung Pumpe / Rohrnetz

- Inline-Pumpe (Pumpe ist in das Rohrnetz integriert)
- Pumpe mit „Fundament“

3.7. Einteilung nach Fördermedium

Pumpe für:

- reine Flüssigkeiten
- verschmutzte Flüssigkeiten
- Dickstoffe
- usw.

3.8. Einteilung nach Anwendung

- Normale Bauarten (z.B. Wasserpumpen)
- Sonderbauarten (z.B. Chemiepumpen, Schiffspumpen, Kraftwerkspumpen u.s.w.)

3.9. Einteilung nach Betriebsweise

- Normalsaugende Pumpen, d.h. nicht selbstansaugende Pumpen (i.a. Kreiselpumpen)
- Selbstsaugende Pumpen: $\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta H$

- bei 1 bar Umgebungsdruck ist $\Delta H = \frac{1 \text{ bar}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 10 \text{ m}$

- ca. 10 m ist theoretisch maximale Saughöhe.

Quelle: Datenpool IfHK, FH Wolfenbüttel