

**Vorlagen Managementdokumente:  
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben**



## **EM 2010**

Energiemanagement für Österreich  
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben

## **Pumpensysteme**

### **Projektkonsortium**

Projektleitung:



Projektpartner:



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.



### **Informationen zum Projekt:**

Die Österreichische Energieagentur führt gemeinsam mit Kanzian Engineering & Consulting GmbH und dem Österreichischen Energiekonsumenten Verband ein Projekt zur Umsetzung von Energiemanagement in Österreich durch.

Ein Ziel des Projekts ist die Erstellung von Wartungs- und Beschaffungsvorgaben für Anlagen, die den Energiebedarf eines Unternehmens wesentlich beeinflussen. Das Projekt EM 2010 wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms NEUE ENERGIEN 2020 durchgeführt.

**Weitere Beschaffungsrichtlinien und weitere Projektinhalte finden Sie unter**

[www.energyagency.at/EM2010](http://www.energyagency.at/EM2010)

Ersteller: DI (FH) Marcus Hofmann, Österreichische Energieagentur, Oktober 2009

Dank für Kommentierung an: Ing. Johann Tesch, Andritz Hydro und Ing. Alfred Brenner, WILO Pumpen Österreich GmbH

## Empfehlungen zur Wartung von Pumpensystemen

Die regelmäßige Wartung von Pumpen, Antriebsmaschinen und Geräten verlängert die Lebensdauer und hilft, Strom und Kosten zu sparen. Dabei sind die Wartungsarbeiten möglichst genau nach Vorschrift der Hersteller vorzunehmen. Zeitpunkt und Umfang der jeweiligen Wartungsarbeiten sind dabei exakt festgelegt und sollten auch eingehalten werden. Da Pumpen aufgrund von fehlender Wartung im Laufe ihrer Lebenszeit (oft mehrere Jahrzehnte) bis zu 20% ihres Wirkungsgrades einbüßen können, rechtfertigt dies auch unter dem Aspekt des Energieverbrauchs die Beschäftigung mit diesem Thema. Die Kosten für den Aufwand von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten betragen nur 5-10% der gesamten Lebenszykluskosten eines Pumpensystems, beeinflussen aber maßgeblich den Stromverbrauch, der ca. 85% der Lebenszykluskosten ausmacht. Hier sollte also keinesfalls gespart werden!

Folgende Elemente sollten auf dem Wartungsplan keinesfalls fehlen:

| <b>Tätigkeit</b>            | <b>Beschreibung</b>   |
|-----------------------------|---|
| Sichtkontrolle / Wartung    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Undichtheit: Je nach Anwendungsfall wöchentlich bis halbjährlich. Erlaubte Leckagen liegen für Stopfbuchspackungen bei 60 Tropfen pro Minute. (Gleitringdichtungen sind Verschleißteile und daher regelmäßig zu tauschen! Bei Undichtheit und in Abhängigkeit der geförderten Flüssigkeiten!)</li> <li>• Laufruhe und Vibrationen: Falls erforderlich, Korrektur der Ausrichtung von Motor und Pumpe, um diese wieder exakt in eine Fluchtlinie zu bringen.</li> <li>• Korrosionsangriffe</li> <li>• Lautstärke (Lautes „Knattern“ lässt auf Kavitation schließen)</li> <li>• Überprüfung der Motorisolierung</li> </ul> |
| Schmieren                   | Das Schmieren der Lager sollte gemäß den Herstellerangaben erfolgen. Intervall, Öl bzw. Fettart und Menge sind zu beachten!   |
| Armaturen / Messinstrumente | Überprüfen der Anzeigen. Kontrolle der Funktion und Genauigkeit.  |
| Dokumentieren               | Festgestellte Mängel und angewandte Maßnahmen schriftlich festhalten.   |

### Tätigkeiten die auf Komponentenebene durchgeführt werden sollten

| <b>Komponente</b> | <b>Tätigkeit</b>   |
|-------------------|--|
| Pumpe             | Drücke und Temperaturen kontrollieren  |
|                   | Sichtkontrolle (Lärm, Vibration, Leckagen, Ölaustritt, Stromanschluss). Falls erforderlich, Korrektur der Ausrichtung von Motor und Pumpe, um diese wieder exakt in eine Fluchtlinie zu bringen. |
|                   | Steuerung kontrollieren  |

**Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001:  
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Pumpensysteme**

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | Betriebsstunden regelmäßig notieren; Alternativ: Auswertung der Aus- und Einschaltzeiten aus zentralem Leitsystem; weist auf mögliche Abschaltmöglichkeiten hin. |
|                      | Eingebaute Filter regelmäßig reinigen!   |
|                      | Falls anzuwenden: Keil- und Riemen <span>spannung</span> regelmäßig überprüfen   |
|                      | Armaturen und Messinstrumente auf Funktionalität prüfen  |
|                      | Bei Kolbenpumpen: Spaltringdichtungen regelmäßig überprüfen. Federn können erlahmen oder brechen.  |
|                      | Falls erforderlich: Laufräder tauschen (falls korrosive oder abrasive Flüssigkeiten / Medien gefördert werden)   |
| Motor                | Ölwechsel laut Herstellerangaben: richtiges Schmiermittel, nicht zu viel, nicht zu wenig!  |
|                      | Überprüfung der Motorisolierung  |
|                      | Kupplungsausrichtung, Verschleiß der elastischen Kupplungselemente   |
| Verteilssystem       | Leckagen mind. 2 monatlich prüfen, jährlich Leckagenverlust berechnen!   |
|                      | Druckverlust von der Pumpe zu den Verbrauchern überprüfen.   |
|                      | Auf Korrosion achten.  |
|                      | Auf auffällige Geräusche achten!   |
| Sonstige Komponenten | Wartungstätigkeiten laut Herstellerinformationen durchführen!  |
|                      | Ventile (Regel-, Regulier-, Sperrventile) auf Dichtheit und Funktionalität prüfen.   |

Sollten Auffälligkeiten/Mängel festgestellt werden, ist in einem weiteren Schritt die Bestimmung der Ursachen und das Ableiten der notwendigen Tätigkeiten durchzuführen. An Hand einer Schadensstatistik sind Daten über Schäden festzuhalten. Hierbei empfiehlt es sich unter anderem Datum, Ursache und ergriffene Maßnahmen zu dokumentieren.

Auf lange Sicht lohnt es, auch ein Konzept zur Überwachung und Fehlerdiagnose einzuführen. Grundsätzlich unterscheidet man hierbei zwischen dem korrektiven und präventiven Ansatz wobei in heutiger Zeit nur noch der letztgenannte zu empfehlen ist.

## **Beschaffungskriterien Pumpensystemkomponenten**

Generell ist es bei der Beschaffung von Maschinenkomponenten wie Pumpen bzw. Verteilsystemen zielführend die gesamten Lebenszykluskosten zu betrachten. Hierbei spielt vor allem eine effiziente und optimierte Planung des Systems eine Rolle. Speziell bei der Auftragsvergabe ist aber auch auf die richtige Lieferantenauswahl zu achten dessen Kriterium in erster Linie nicht der Preis sondern die individuellen Randbedingungen (Referenzen, Know-how, projektspezifische Vorgaben etc.) sein sollten.

Bei der Planung lassen sich Pumpen bzw. Verteilungssysteme durch bedarfsgerechte Volumenstrombemessung und effiziente Antriebe energetisch optimieren. Weitere Sparmöglichkeiten ergeben sich durch angepasste Pumpenlaufzeiten sowie die Reduzierung von Druckverlusten in den Strömungskanälen. Bei der Beschaffung der Komponenten von Pumpensystemen ist vor allem auf Energie- und Kosteneffizienz zu achten.

### **Beschaffungsvorgaben**

- Pumpen gemäß tatsächlich benötigtem Betriebspunkt (Volumenstrom und Förderhöhe) dimensionieren (Arbeitspunkt im Bereich des besten Wirkungsgrads)
- Pumpen mit dem höchsten Wirkungsgrad in den jeweiligen Betriebspunkten auswählen (ab 2010 kann auf Effizienzklassen im Zuge der Ökodesign RL zurückgegriffen werden)
- Vergleich der Lebenszykluskosten (bei Anwendungen mit hohem Teillastanteil mittels Lastprofil und Teillastwirkungsgraden; evt. Frequenzumrichter berücksichtigen)
- Armaturen, Ventile und Systemkomponenten mit geringem Druckniveau bzw. Druckverlust beschaffen (bzw. nicht höher als bereits vorhanden)
- Fachgerechte Installation: Ausführungsform der Pumpen den örtlichen Gegebenheiten anpassen (Inline- oder Blockausführung).
- Hocheffizienten Motor verwenden (Asynchronmotoren, wenn möglich EFF 1 oder IE3)
- Informationen zur Lieferung von Ersatzpumpen- und Ersatzteilen vom Hersteller einholen.
- Bedarfsgerechte energieeffiziente Regelung vorsehen.
- Bei der Beschaffung neuer Laufräder höherwertige Werkstoffe mit geringeren Oberflächenrauigkeiten verwenden.
- Verlustarme Rohrleitungen (ausreichender Durchmesser, Rohrmaterialien mit geringer Rauigkeit) einsetzen. (Energieverbrauch nimmt bei geschlossenen Systemen kubisch mit Rohrdurchmesser ab!) Achtung auf die Betriebsrauigkeit des gewählten Rohrmaterials!
- Empfohlene Strömungsgeschwindigkeiten (sind materialabhängig) einhalten.
- Stichleitungen vermeiden, Ringleitungen installieren.

## **Weitere Informationen**

### **Abschätzung bzw. Berechnung des Volumenstrombedarfs**

Auflistung und Summierung der Komponenten und Einbauten, die von der Pumpe versorgt werden.

Unter Angabe folgender Punkte:

- Benötigter Volumenstrom in [m<sup>3</sup>/h] ([l/min], [l/s])
- Angabe des erforderlichen Druckniveaus lt. Datenblatt in [bar od. mWS]
- Betriebszeiten
- Abschätzung der Gleichzeitigkeiten (falls nicht möglich, drehzahlgeregelte Steuerung)
- Verwendetes Arbeitsmedium

### **Effizienztipp**

Es müssen nicht alle Komponenten mit dem höchstem Druckniveau versorgt werden. Größere Verbraucher bzw. Komponenten mit einem hohen Druckbedarf können evt. lokal durch Stichleitungen von einer eigenen Pumpe (Kolben- bzw. Verdrängungspumpe) versorgt werden.

### **Messung des Volumenstrombedarfs bzw. erstellen eines Lastprofils**

Der Ist-Förderstrom kann mit hoher Genauigkeit ausschließlich über im System installierte Messinstrumente oder über Ultraschall-, Schwebkörper- oder Blendendruckflussmesser bestimmt werden. Damit kann ein Lastprofil der Anlage erstellt werden. Das Lastprofil bezeichnet den zeitlichen Verlauf der abgenommenen Pumpenleistung bzw. des benötigten Volumenstromes über eine zeitliche Periode. Mit diesen Informationen kann der bereitgestellte Volumenstrom dem tatsächlichen Bedarf angepasst werden.

### **Effizienztipp:**

Besonders bei variablem Bedarf spart eine gute Regelung viel Geld! In Randzeiten (Nacht, WE, Urlaubszeit) ist der benötigte Volumenstrom (und damit oft auch die Förderhöhe) meist deutlich geringer. Auch dafür sind geeignete Vorkehrungen zu treffen. (Manuelles Abschalten, Zeitschaltuhren, Drehzahlregelung, Mehrpumpensysteme).

## **Informationen zur Auswahl der Pumpe**

### **Kriterium Dimensionierung**

Die Pumpe sollte dem erforderlichen Bedarf angepasst und nicht überdimensioniert sein (keine Angstzuschläge). Überdimensionierte Pumpen haben höhere spezifische Kosten und arbeiten nicht im optimalen Wirkungsgradbereich. Mit der geeigneten Regelstrategie (Parallel- und Kaskadenschaltungen, Drehzahlregelung) können Pumpen flexibel an den Bedarf angepasst werden.

### **Kriterium Bauart**

Grundsätzlich unterscheidet man für die häufigsten Anwendungen Kreiselpumpen und Verdrängerpumpen.

Einsatzbereiche von Kreiselpumpen (ca. 80% der Anwendungen):

Wegen ihrer einfachen und robusten Bauart sind Kreiselpumpen weit verbreitet. Meistens finden sich Ausführungen als ein- oder mehrstufige Pumpen zur Trockenaufstellung oder als Tauchmotorpumpe, entweder für den mobilen oder stationären Einsatz.

### **Kreiselpumpen haben folgendes Leistungsspektrum:**

- Durchflussmengen zwischen 0.001 und 60 m<sup>3</sup>/s
- Förderhöhen zwischen 1 und ca. 500 m bei Kreiselpumpen. 500 – ca. 5000 m bei Spezialpumpen oder Kolbenpumpen.
- Drehzahlen von <1000 bis 3000 1/min bei 50 Hz.
- Drehzahlen von <1200 bis 3600 1/min bei 60 Hz.

### **Einsatzbereiche von Kolbenpumpen:**

Kolbenpumpen liefern einen annähernd konstanten Volumenstrom bei fester Drehzahl, es können aber hohe Drücke erreicht werden. Zudem ist das geförderte Flüssigkeitsvolumen genau bestimmbar (Dosierpumpe). Einsatzgebiete bei Anlagen mit konstantem Volumenstrombedarf aber schwankendem Druckbedarf mit Lastspitzen.

### **Kriterium Regelung**

Grundsätzlich bestehen folgende Regelungsarten:

- Fixe bzw. manuelle Leistungsregelung: Meist in drei Leistungsstufen möglich für Fördermengen zwischen 50 und 100%. Für die Regelung von fixen Betriebspunkten können auch Zeitschaltuhren bzw. Drucksensoren verwendet werden.
- Variable Regelung über Frequenzumrichter für Fördermengen zwischen 25 und 100%.
- Mehrfachpumpen: Die Parallelschaltung von Pumpen stellt eine Alternative zur Drehzahlregelung dar. Vorteil ist hierbei auch die Ausfallsicherheit.
- Abdrehen des Laufrades: Förderstrom und -höhe werden bei konstanter Drehzahl verringert.

## **Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Pumpensysteme**

### **Kriterium Mehrpumpen-System**

Durch Parallelschaltung mehrerer Pumpen in einer Anlage addieren sich die Förderströme der einzelnen Pumpen bei gleicher Förderhöhe. Parallel geschaltete Pumpen werden häufig verwendet wenn:

- der Sollförderstrom die Förderleistung einer einzelnen Pumpe überschreitet
- dass System variablen Förderstromanforderungen gerecht werden muss und die durch Ein- und Ausschalten der parallel geschalteten Pumpen erreicht werden kann
- eine hohe Betriebssicherheit durch Redundanz erforderlich ist

Durch Abschalten einzelner Pumpen kann die gesamte Pumpenleistung sehr gut an den Teillastbetrieb angepasst werden. Die eingeschalteten Pumpen arbeiten am Punkt hoher Effizienz. Nachteile sind der erhöhte Bauaufwand von Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen bei erhöhtem Platzbedarf und die hohe Schalzhäufigkeit bei ungünstiger Auslegung.

### **Kriterium Fachgerechte Installation:**

- Geeigneten Standort wählen, wenn möglich nahe bei Hauptverbrauchern
- Fachgerechter Einbau der Pumpe bezogen auf den Verlauf der Rohrleitung am Installationsort (Vertikaler oder axialer Eintritt, Abmessungen, Saug- und Druckseite sollten spannungsfrei sein)
- Genügend Raum für Wartung: Vor allem bei Mehrfachpumpen (Abmessungen, Türrahmen, Verfügbarkeit von Hebezug oder alternativen Zugangsmöglichkeiten etc.)
- Bodenbeschaffenheit: Fester oder schwimmender Boden mit Unterbau, bestehendes Fundament, bestehende Elektroinstallation etc.

### **Tipps für fachgerechte Installation:**

- Werden mehrere Pumpen parallel installiert, spielt die Zugänglichkeit eine wichtige Rolle für die Pumpenwahl.
- Schwingungsdämpfung für Minimierung von Vibrationen und Geräuschemissionen (ab 7,5 kW).



## **Tipps zur Ausschreibung**

### **Interne Angaben für Ausschreibung**

- Beschreibung der Anwendungen (kurze Prozessbeschreibung)
- Laufzeiten der Pumpen (Stunden pro Woche, Arbeitswochen pro Jahr)
- Volumenstrombedarf (durchschnittlich, minimal und maximal)/Lastprofil
- Erforderliches Druckniveau an Verbrauchern
- Fördermedium
- Strompreise (inkl. Tarifarten)
- Abschreibungszeit: z.B. 7 Jahre
- Gewünschte Wartungsart (Vollservice, Wartung ohne Ersatzteile, Inspektion)

### **Vom Hersteller einfordern**

- Angabe des Wirkungsgrades bzw. der Effizienz der Pumpen (wenn möglich Angabe der Leistungs- bzw. Effizienzklasse)
- Steuerungsart (Volumenstrom soll in Schwachlastzeiten abgesenkt werden)
- Leistungsbedarf gesamt
- Wartungskosten
- Vorsehen von Messstrecken
- Anlagen mit mehreren Pumpen sollen über übergeordnete Steuerung verfügen
- verständliche Anlagendokumentation
- Einregulieren der Anlage bei Inbetriebnahme
- Angaben zur Lieferung von Ersatzpumpen- und Ersatzteilen
- Informationen zu den Pumpen sowie deren Antriebs- und Regelungstechnik

## **Ausgewählte Quellen**

European Guide to Pump Efficiency for Single Stage Centrifugal Pumps  
[http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/pdf/EU\\_pumpguide\\_final.pdf](http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/pdf/EU_pumpguide_final.pdf)

Europump and Hydraulic Institute, Variable Speed Pumping, a Guide to Successful Applications, 2004

System Energieeffizienz, Pumpensysteme, Deutsche Energieagentur: <http://www.industrie-energieeffizienz.de/technologien/pumpensysteme.html>

Tanner, R. Die Bestimmung des Energieeinsparpotentials bei Pumpen, SEMAFOR Informatik & Energie AG, Basel, 2004  
<http://www.semafor.ch/de/pdf/EnergiesparpotentialBeiPumpen.pdf>

Umweltbundesamt, Allplan, Energieeffiziente Technologien und effizienzsteigernde Maßnahmen, Wien 2005

Wagner, W., Kreiselpumpen und Kreiselpumpenanlagen, Vogel, Würzburg, 2004