

**Vorlagen Managementdokumente:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben**



EM 2010

Energiemanagement für Österreich
Beschaffungsvorgaben

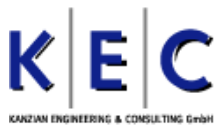
Frequenzumrichter

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

Empfehlungen zur Beschaffung von Frequenzumrichter

Beschaffungsvorgaben

- Bevorzugte Anwendungsgebiete für Frequenzumrichter definieren, aus energetischer Sicht insbesondere:
 - Ganzjährig betriebene Pumpen-, Ventilatorensysteme mit variablen Förderströmen
 - Kompressoren
 - Förderbänder, Zentrifugen, Mixer
- Berechnung der Lebenszykluskosten solcher Systeme mit und ohne Frequenzumformer über Lastprofil und aufgenommenener Leistung (z.B. bieten Hersteller entsprechende Kalkulationsprogramme an)
- Hersteller mit hoher Qualität, Branchen-, Anwendungserfahrung auswählen
- Frequenzumrichter mit hohem Wirkungsgrad auswählen (mögliche Werte, s.u.)
- Frequenzumrichter mit *Power-Down* Funktion auswählen, um Stand-By Verluste zu reduzieren
- Möglichkeit der Rückspeisung von Bremsenergie berücksichtigen (bei Hebeanwendungen, Zentrifugen, Förderbändern, Pressen)
- Installation: Auf kurze Kabellänge zwischen FU und Motor achten (unter 10 m), geeignete Schirmungs-, Erdungsmaßnahmen vorsehen, gegebenenfalls Drosseln und Filter einbauen
- Lokale Blindstromkompensation bei Motoren entfernen
- Kühlungsbedarf beachten und wenn möglich minimieren (z.B. viele FUs innerhalb von Hallen mit Arbeitsplätzen bzw. eng gepackt in Schaltschränken)
- Bremsen von Pumpen und Ventilatoren vorsehen, um mögliches Rückwärtsdrehen zu vermeiden

Anwendungsgebiete

Die Anwendung von Frequenzumformern sollte zumindest für folgende Anwendungen geprüft werden:

- **Pumpensysteme** (geschlossene Systeme, Systeme mit hohem dynamischen Anteil) **und Ventilatorsysteme mit variablem Förderstrom**. Der Energiebedarf sinkt kubisch mit der Drehzahl, oft werden solche Systeme derzeit noch mit Bypass oder Drosselventile bzw. -klappen gesteuert.
- **Kompressorsysteme** mit variablem Anteil

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungsvorgaben für Frequenzumrichter

- **Steuerung von Hebebühnen, Förderbändern, Kränen, Pressen, Zentrifugen:**
Damit kann die Geschwindigkeit beispielsweise der Förderbändern verändert und damit der Stromverbrauch proportional zur Geschwindigkeit gesenkt werden. Bei Antriebsaufgaben mit periodischen Beschleunigungs- und Bremsvorgängen sowie Hebe- und Absenkvorgängen kann die freiwerdende kinetische Energie oder die beim Absenken der Last freiwerdenden potenziellen Energie ins Netz rückgespeist werden. Dabei werden Umrichter mit geregelterm Netzgleichrichter verwendet. Diese erzeugen zunächst zwar höhere Verluste durch einen höheren Steueraufwand, bieten jedoch folgende Vorteile:
 - Energierückspeisung ins Netz
 - fast sinusförmige Stromaufnahme aus dem Netz, die deutlich weniger niederfrequente Oberschwingungen aufweist
 - schnelles Umschalten zwischen motorischem und generatorischem Betrieb
 - Sie erfordern aber auch Hochfrequenzfilter, um EMC Probleme netzseitig (mögliche Resonanzüberhöhung durch die eingangsseitige Taktung) zu bedämpfen.

Vorteile eines Frequenzumformers

Durch Anwendung des Frequenzumformers ergeben sich neben der Energieeinsparung eine Vielzahl von weiteren Vorteilen:

- Einfache und genaue Regelung der Fördermenge
- Verbesserung der Effizienz über weiten Einsatzbereich
- geringe Beanspruchung der Komponenten im Teillastbereich
- Eliminierung von Verschmutzungsproblemen im Vergleich zu mechanischen Kontrollsystemen
- Reduktion von Luftstromgeräuschen
- gutes Anlaufverhalten
- geringerer Einschaltstrom
- Möglichkeit der Vermeidung von überdimensionierten Motoren bei Anwendungen mit hoher Massenträgheit während des Anlaufens
- verbesserter elektrischer Leistungsfaktor

Zu berücksichtigende Aspekte:

Ausreichende Isolation erforderlich

Das kontaktlose Schalten der FU kann zu Spannungsspitzen führen, die die Motorwicklungstemperatur erhöhen. Dies führt zu einem beschleunigten Isolationsabbau.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungsvorgaben für Frequenzumrichter

Daher wird die Anwendung für Motoren mit Motorwicklungsisolierung gem. DIN VDE 0530 Bbl.2:1999-01 empfohlen. Bei Motoren für Nassläuferpumpen, bei älteren Motoren und Ex-Motoren müssen deshalb zusätzliche Maßnahmen getroffen werden (z.B. Drossel oder Filter).

Reflektierende Wellen treten vor allem auf, wenn die Impedanz des Motors größer ist als die des Kabels. Daher ist auf möglichst kurze Kabellänge zwischen Motor und Frequenzumrichter zu achten; unter 5-15 m abh. von Kabelstärke; diese Wellen können auch auftreten, wenn mehrere Motoren über einen FU gesteuert werden.

Hoher statischer Druck ohne geeignete Sensorplatzierung

Bei Pumpen mit hohem statischen Anteil (also in offenen Systemen) kann eine zu geringe Drehzahl nicht mehr den entsprechenden Druckunterschied (Förderhöhe) aufbringen;

Ebenso kann bei Lüftungssystemen der statische Druck (z.B. Schalldämpfer) höher als der vom Ventilator erzeugte sein. Hier ist auf eine geeignete Sensorplatzierung zu achten.

Bei Kolbenpumpen und –kompressoren erbringt der FU normalerweise keine Energieeinsparung.

Überhitzung aufgrund geringer Drehzahl ohne Fremdlüfter

Größere Motoren, die mit FU betrieben werden, sollten einen Lüfter mit konstanter Drehzahl haben, um Überhitzung bei geringer Drehzahl zu vermeiden. Langsamer drehende Motoren bis 3 Hz müssen ebenfalls durch Fremdlüfter über sog. Fremdnetz gekühlt werden.

Bei Mixern kann das Drehmoment mit niedrigerer Drehzahl steigen und daher auch die benötigte Kühlleistung. (der integrierte Lüfter kann dann nicht mehr ausreichend sein)

Resonanz

Minderung der Drehzahl kann zu Resonanzproblemen führen. Im Vorfeld müssen bei den einzustellenden Frequenzen die Resonanzfrequenzen ausgegrenzt werden.

Eine starke Reduktion der Drehzahl kann z.B. bei Axialventilatoren zu instabilem Betrieb führen. Kennlinie und Leistungskurven sollten hier bei der Ventilatorauswahl betrachtet werden.

Erdung, Schirmung

Die vom FU erzeugten Oberwellen induzieren Spannung in der Motorwelle, die sich über die Lager entlädt. Dies führt zu erhöhten Abnützungen. Sehr große Motoren sollten daher beide Lager isoliert und eine Bürste zur Erdung der Welle haben; bei Pumpenanwendungen ist dies nicht notwendig, da die Welle mit der Erde verbunden ist.

Die gesetzlichen Vorschriften durch EMV und Niederspannungs RL müssen sämtliche Hersteller einhalten. Eine Reduktion der gestrahlten Störenergie auf benachbarte Anlagen erfolgt daher durch geeignete Schirmmaßnahmen.

Zusätzliche Filter erhöhen grundsätzlich die Verluste eines FUs. Filter bieten allerdings Schutz vor hochfrequenten leitungsgebundenen Störgrößen zum Gerät und vom Gerät zum Netz.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungsvorgaben für Frequenzumrichter

Bei der Installation von Filtern müssen diese möglichst dicht am Gerät montiert sein, Leitungen zwischen Filter und Gerät müssen geschirmt sein. Filter müssen mit Erdleiter verbunden werden, dies ist besonders wichtig bei Phasenausfall und Schiefast (auf niederohmige, großflächige Leiter und kurze Wege ist zu achten).

Einsatz von Drosseln

Diese werden sowohl auf der Ein-, und Ausgangsseite, als auch im Gleichstrom-Zwischenkreis verwendet. Auf der Eingangsseite reduzieren sie die Netzurückwirkung und verbessern Leistungsfaktor. Sie führen zur Reduktion des Stromoberwellengehalts (THD) und zur Verbesserung der Netzspannungsverzerrung und Netzqualität.

Kühlung

Große Schalthäufigkeit erhöht Wärmeleistung oder zusätzliche Filter verursachen ebenfalls thermische Verluste. Auf effiziente Kühlung ist daher zu achten (z.B. FU mit großer Leistung, mehrere FU in einem Schaltschrank)

Wartung

Elektrolytkondensator im Zwischenkreis (Lebensdauer je nach Arbeitstemperatur, 3 bis 5 Jahre)

Empfohlene Wirkungsgrade:

Drehzahl	100 %	75%	50%
Drehmoment	100%	56%	25%
Last	100%	42%	13%
0,75 kW (Output)	93%	89%	76,5%
1 kW (Output)	94%	90,5%	80%
10 kW (Output)	97,5%	95,4%	92,7%
100 kW (Output)	98%	96,8%	95,8%
375 kW (Output)	98,2%	97%	96,2%

Derzeit in Diskussion stehende Werte für mögliche Mindesteffizienzstandards für Frequenzumrichter für Lasten mit quadratischer Kennlinie (z.B. Lüfter, geschlossene Pumpensysteme)

Quelle: Motors with Adjustable Speed Drives, Testing Protocol and Efficiency Standard, Almeida, Angers, Brunner, Doppelbauer, eemods09.fr;

Ausgewählte Quellen

Almeida, Angers, Brunner, Doppelbauer Motors with Adjustable Speed Drives, Testing Protocol and Efficiency Standard, , eemods09.fr;

Almeida, Ferreira, Fonseca, Chretien, Falkner, Reichert, West, Nielsen, Both: VSDs for Electric Motor Systems

IEC 60034-31: Rotating electrical machines – Part 31: Guide for the selection and application of energy-efficient motors incl. Variable-speed applications, draft April 2009

U.S. Department of Energy: Improving Motor and Drive System Performance: A Sourcebook for Industry, 2008