

MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEITES
ÖSTERREICH

klimaaktiv



www.klimaaktiv.at

BESCHAFFUNGSVORGABEN MOTOREN



AUSTRIAN ENERGY AGENCY



FACHVERBAND DER ELEKTRO-
UND ELEKTRONIKINDUSTRIE

IMPRESSUM



Medieninhaber und Herausgeber:
BUNDESMINISTERIUM
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien
www.bmlfuw.gv.at

Strategische Gesamtkoordination:
BMLFUW, Abt. Energie- und Wirtschaftspolitik: Dr. Martina Schuster, Mag. Phillip Maier,
Elisabeth Bargmann BA, DI Hannes Bader

Kontakt:
klimaaktiv energieeffiziente betriebe
Österreichische Energieagentur
Mariahilferstraße 136, 1150 Wien
Te.: 01 5861524-0
www.klimaaktiv.at/eebetriebe

Text und Redaktion: Die vorliegenden Beschaffungsvorgaben wurden 2016 im Rahmen des Programms klimaaktiv energieeffiziente betriebe in Zusammenarbeit mit dem FEEI und den Firmen Siemens, Danfoss, ABB und Leroy Somer erstellt.

1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.
Wien, Dezember. 2016

INHALTSVERZEICHNIS

IMPRESSUM.....	2
WICHTIGSTE PUNKTE.....	5
ENERGIEKOSTEN ENTSCHEIDEND FÜR LEBENSZYKLUSKOSTEN	5
GENERELLE TIPPS	5
BESCHAFFUNGSPROZESS FÜR ELEKTRISCHE ANTRIEBSSYSTEME.....	6
ANLAGENDEFINITION DURCH TECHNISCHEN EINKAUF, UNTERSTÜTZUNG DURCH FACHFIRMEN	6
ANLAGENDESIGN DURCH PLANERIN ODER BERATERIN	8
WEITER ZU BEACHTEN	9
WEITERE INFORMATIONEN	10
ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN FÜR ELEKTROMOTOREN	10

WICHTIGSTE PUNKTE

ENERGIEKOSTEN ENTSCHEIDEND FÜR LEBENSZYKLUSKOSTEN

Der Anteil der Energiekosten an den Lebenszykluskosten eines einzelnen Motors beträgt ca. 95 %.
Die Beschaffungskosten für einen 15 kW Motor betragen ca. 5 % an den gesamten Lebenszykluskosten.

GENERELLE TIPPS

- Definieren Sie zunächst Ihre Anlage, überprüfen Sie die tatsächlichen Erfordernisse!
- Bei bestehenden Anlagen prüfen Sie insbesondere jene mit großer Leistung, die noch direkt vom Netz (also ohne Umrichter) betrieben werden. Hier besteht erfahrungsgemäß das größte Einsparpotenzial.
- Betrachten Sie den gesamten Antriebsstrang von Steuerung, Motor, Kupplung, Getriebe bis zur Maschine! Die Effizienz ergibt sich erst aus dem Zusammenspiel der Einzelkomponenten, eine hohe Effizienz einer einzelnen Komponente garantiert nicht eine hohe Gesamteffizienz.
- Schließen Sie bei Retrofit-Lösungen, wie z.B. Umbau oder Austausch aufgrund Schadensfall oder Leistungsveränderung keine Variante im Vorhinein aus. Tauschen Sie nicht „nur“ den Motor aus, sondern prüfen Sie das Gesamtsystem.

BESCHAFFUNGSPROZESS FÜR ELEKTRISCHE ANTRIEBSSYSTEME

ANLAGENDEFINITION DURCH TECHNISCHEM EINKAUF, UNTERSTÜTZUNG DURCH FACHFIRMEN

DEFINITION BZW. ERMITTLUNG DER ANLAGENPARAMETER

Ermitteln Sie zunächst genau die Anlagenparameter, auch für bestehende Anlagen. Die Erfahrung zeigt, dass Anlagen überdimensioniert und/oder nicht geregelt sind und daher nicht optimal betrieben werden.

- Welche physikalische, tatsächliche Leistung benötigt ihre Anlage je Betriebspunkt? (hydraulische Leistung, Volumenstrom...)
- Welches Drehmoment, welche Drehzahl sind erforderlich?

BESTIMMUNG DER KENNLINIE DER ARBEITSMASCHINE

In der Antriebstechnik unterscheidet man folgende Kennlinien:

- Quadratische Kennlinie des Drehmoments (Pumpen, Lüfter, Zentrifugen)
- Lineare Kennlinie des Drehmoments (Kalander mit viskoser Reibung)
- Konstantes Drehmoment (Förderbänder, Walzwerk)
- Sinkendes Drehmoment bei konstanter Antriebsleistung (Wickel-, Spindelantriebe)

DEFINITION DER BETRIEBSART

Die Nennbetriebsarten sind in der Norm IEC 60034-1 definiert.

Tabelle 1: Nennbetriebsarten nach IEC 60034-1

Kürzel	Betriebsart
S1	Dauerbetrieb, konstante Belastung
S2	Kurzzeitbetrieb, konstante Belastung
S3	Aussetzbetrieb ohne Einfluss des Anlaufens auf die Temperatur
S4	Aussetzbetrieb mit Einfluss des Anlaufens auf die Temperatur
S5	Aussetzbetrieb mit Einfluss des Anlaufens und Bremsens auf die Temperatur
S6	Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung
S7	Dauerbetrieb mit Anlauf und Bremsen
S8	Dauerbetrieb mit Laständerung
S9	Betrieb mit nichtperiodischen Last- und Drehzahländerungen
S10	Betrieb mit einzelnen konstanten Belastungen

Für die Betriebsarten S4, S5, S7, S8, S9 benötigen Sie zur Auswahl des Motors auch die Schaltspiele pro Stunde, Trägheitsmoment, Hochlauf- und Auslaufzeit.

ERMITTLUNG DES LASTPROFILS

Erstellen, messen oder schätzen Sie ein Lastprofil Ihrer Anlage. Die allerwenigsten Anwendungsfälle haben konstanten Bedarf. Daher ist es sinnvoll zu ermitteln, welche Leistung mit wie viel Stunden pro Jahr (oder pro Tag) benötigt wird. Gibt es mögliche Rückspeisung aufgrund von erforderlicher Bremsenergie, also negative Lastzustände?

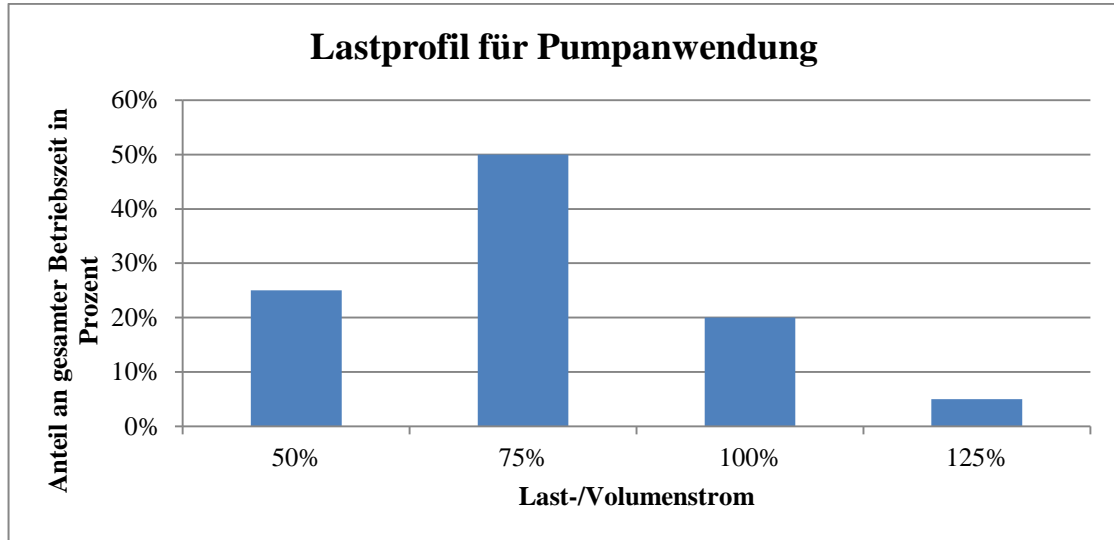


Abbildung 1: Lastprofil für Pumpanwendung (Quelle: Lot 11, Eco Design Requirements for Pumps (Endbericht), Seite 164)

ANLAGENSPEZIFISCHE CHARAKTERISTIKA

Welche spezifischen Anforderungen stellen sich aufgrund der Anwendung an das Antriebssystem? Beispiele sind z.B. Anteil statische Förderhöhe bei Pumpensystemen, spezielle Sicherheitsanforderungen, erforderliche kinetische Speicher, sanftes Stoppen oder Anfahren.

ANLAGENDESIGN DURCH PLANER:IN ODER BERATER:IN

Generell müssen jetzt folgende Varianten durchgerechnet werden:

- Motorauswahl: Unter anderen werden dabei Leistungsklasse, Effizienzklassen, Wirkungsgrade bei erwarteter Auslastung ausgewählt und festgelegt.
- Motoranspeisung:
 - Direkt: also direkt vom Netz, damit ist keine Regelung möglich. Anlauf ist aber über die sogenannte Stern Dreieck Schaltung möglich, um den sonst hohen Anlaufstrom zu verringern.
 - Über Frequenzumrichter: dabei wird über Änderung der Frequenz die Drehzahl des Motors stufenlos verändert.
 - Über Softstarter: falls Sanft Anlauf nötig ist. Dies ist aber nur bei Anlagen möglich, die lastfrei starten und dann konstant über das Netz gespeist werden.
- Bremsenergie: Ist diese relevant nutzbar? Dies bestimmt die Auswahl der Art des Frequenzumrichters.
- Getriebe: Ohne Getriebe, sonst Auswahl der Getriebeart

Wichtig ist hier die Gesamtoptimierung des Antriebsstranges, falls möglich über einen Planer. Sicherheitszuschläge durch mehrere Planer ergeben ineffiziente Anlagen!

In Abhängigkeit der Betriebsstunden und der über die erwarteten Betriebspunkte aufgenommenen Leistung ergibt sich hinsichtlich der Lebenszykluskosten die wirtschaftlichste Anlage.

WEITER ZU BEACHTEN

Folgende Rahmenbedingungen sind bei allen Planungen und Installationen zu beachten. Sie beeinflussen die konkrete Auswahl der jeweiligen Technologie, haben aber keinen oder nur indirekten Einfluss auf den Energieverbrauch:

NETZANFORDERUNG

- Art des Industrienetzes
- Schwankungen im Netz (Spannungsversorgung)
- Auflagen hinsichtlich Netzurückwirkung (vom Energieversorger)
- THD-Total Harmonic Distortion bei Einsatz von Frequenzumrichtern: Hier sind ab ca. 40 % Gleichrichterlast am Trafo gegebenenfalls Vorkehrungen, z.B. durch passive oder aktive Oberschwingungsfilter zu treffen.

LOKALE GEGEBENHEITEN

- Aufstellungshöhe, Platzbedarf
- Erwarteter Umgebungstemperaturbereich der Anwendung
- Anforderung an Geräuschentwicklung (Schalldruck-, Schalleistungspegel)
- Notwendige Kabellänge

MOTOR- UND INSTALLATIONSANFORDERUNG

- Schutzklasse IP: Die Schutzklasse legt fest, in welchem Ausmaß elektrische Bauteile Umwelteinflüssen (Berührung durch Fremdkörper, Eindringen von Wasser) ausgesetzt werden können, z.B.
 - IP 20 in Schaltschränke: Schutz gegen Fremdkörper größer 20 mm, kein Wasserschutz
 - IP 54 für freistehende Anlagen: Vollständiger Berührungsschutz, Schutz gegen Staubablagerung im Inneren und sprühwassergeschützt
- Ex-Schutz: Festlegung der Anforderungen hinsichtlich Explosionsschutzes sind in vielen Fällen notwendig. (Zoneneinteilung: Gas (Zone 0, Zone 1, Zone 2), Staub (Zone 20, Zone 21, Zone 22))
- Wartungsanforderungen: Nachschmierfristen, Betriebsstunden bis zur Lagerüberprüfung
- Nachrüsten eines alten Motor: Bei Ausstattung eines bestehenden alten Motors (älter als 10 Jahre) mit Frequenzumrichter beim Hersteller Maßnahmen (Motordrossel oder Sinusfilter) nachfragen; Motoren für FU Betrieb benötigen isolierte Lager, bei alten Motoren mit großer Leistung kann diese nachgerüstet werden.
- EMV Kategorie: Auswahl der Geräte je nach Bereich :für Wohnbereich (öffentliches Netz, inkl. Kleingewerbe) zumindest C1, für Industrie C2 oder C3
- Prüfung der Vorgabe des Motorherstellers für spezielle Filter bei Frequenzumrichterbetrieb (häufig bei Nassläuferpumpen)

WEITERE INFORMATIONEN

ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN FÜR ELEKTROMOTOREN

In der Norm IEC 60034-30-1 sind die Energieeffizienzklassen (IE=International Efficiency) für Asynchronmotoren für unterschiedliche Polzahlen definiert:

- IE1 (Standard Efficiency)
- IE2 (High Efficiency)
- IE3 (Premium Efficiency)
- IE4 (Super Premium Efficiency)

IE4 Motoren weisen die derzeit höchste Effizienz auf. Bis 2010 waren allerdings noch IE1 Motoren Stand der Technik (damals unter der Bezeichnung: eff2 Klasse). Seit 2011 haben IE2 Motoren den größten Marktanteil, in Kombination mit Frequenzumrichter sind diese auch in allen Leistungsbereichen erlaubt.

IE3 Motoren sind 2016 bereits für viele Anwendungen Stand der Technik und innerhalb der EU im Leistungsbereich von 7,5 kW bis 375 kW am Netz verpflichtend vorgeschrieben (Marktanteil 2015: 36 %). Ab 1. Jänner 2017 ist die Effizienzklasse IE3 für Asynchronmotoren mit Betrieb am Netz im Leistungsbereich ab 0,75 kW bis 375 kW vorgeschrieben. In Kombination mit Frequenzumrichter sind aber auch noch IE2 Motoren erlaubt.

Untenstehende Abbildung zeigt die Wirkungsgradkurven für 4-polige Asynchronmotoren bei Volllast gem. IEC-Norm. Die Wirkungsgrade sind international bereits für Leistungsklassen bis 1 MW und bis IE4 definiert. Es ist deutlich erkennbar, dass mit steigender Motorleistung die Differenz der Wirkungsgrade zwischen den Wirkungsgradklassen abnimmt. Allerdings haben größere Motoren auch deutliche höhere Laufzeiten, wodurch sich auch in diesem Leistungsbereich höhere Wirkungsgrade auch finanziell auszahlen können. In den Herstellerangaben finden Sie auch die Teillastwirkungsgrade für 50 % und 75 %ige Auslastung.

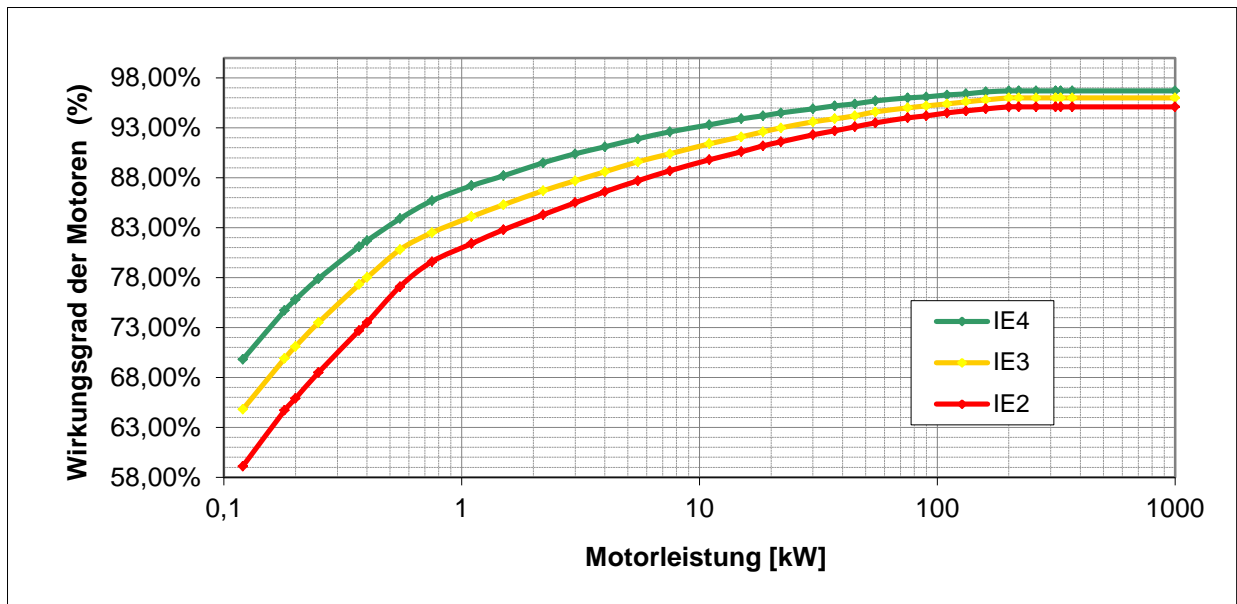


Abbildung 2: Wirkungsgradanforderungen für Elektromotoren als Beispiel für 4-polige Asynchronmotoren lt. IEC 60034-30, 2014, eigene Darstellung

ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN FÜR FREQUENZUMRICHTER

Frequenzumrichter sparen bei variablen Anforderungen im Durchschnitt über alle Anwendungen ca. 30 Prozent der aufzuwendenden Leistung ein. Ihre Anwendung sollte daher bei der Planung und Adaptierung von Anlagen jedenfalls geprüft werden.

Die EN 50598 legt Energieeffizienzklassen für sog. Complete Drive Modules (Frequenzumrichter) fest. Für den Referenz CDM werden für acht Betriebspunkte Werte in Abhängigkeit der Leistung festgelegt, für die Klassifizierung wird der Betriebspunkt 100 Prozent Drehmomenten Strom und 90 Prozent Drehzahl herangezogen.

Tabelle 2: Verlustleistung von Frequenzumrichtern in Abhängigkeit der Leistung nach Effizienzklassen (Quelle: EN 50598, Tabelle 20, eigene Berechnung (AEA))

Frequenzumrichter (CDM) Leistung [kW]	Verlustleistung in [W] für IE1	Verlustleistung in [W] für IE2 [-25 % im Vergl. Zu IE1]*	Verlustleistung in [W] für „IE3“-bereits erhältlich**,**
1,5	188	141	85
3	299	224	135
5,5	477	358	215
7,5	581	436	261
11	781	586	351
15	1.010	758	455
18,5	1.207	905	543
22	1.408	1.056	634
30	1.858	1.394	836
37	2.253	1.690	1.014
45	2.700	2.025	1.215

*gerundete Werte

**IE3 ist noch nicht definiert, die Verlustleistung sollte jedoch max. bei ca. 45 Prozent des Wertes für IE1 betragen. Diese Werte werden (zumindest in gewissen Leistungsbereichen) bereits von am Markt erhältlichen Frequenzumrichtern erreicht.

ENERGIEEINSPARUNG DURCH REGELUNG

Die wenigsten Anlagen benötigen die volle Leistung über die gesamte Laufzeit. Durch Regelung über Frequenzumrichter lässt sich die Drehzahl des Motors verändern und damit die Leistung der angetriebenen Maschine an die tatsächlichen Erfordernisse anpassen. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ergibt sich aber bei Pumpen mit niedriger statischer Förderhöhe (z.B. Umwälzpumpen) und Ventilatoren dadurch, dass sich die aufgenommene Leistung (und damit der Energieverbrauch) mit der 3. Potenz der Drehzahl verringert. In nachstehender Abbildung sind drei unterschiedliche Regelungsvarianten für Ventilatoren dargestellt. Die Grafik zeigt den jeweiligen Leistungsbedarf am Betriebspunkt 50 Prozent des Volumenstromes im Vergleich zum Auslegungspunkt (100 Prozent).

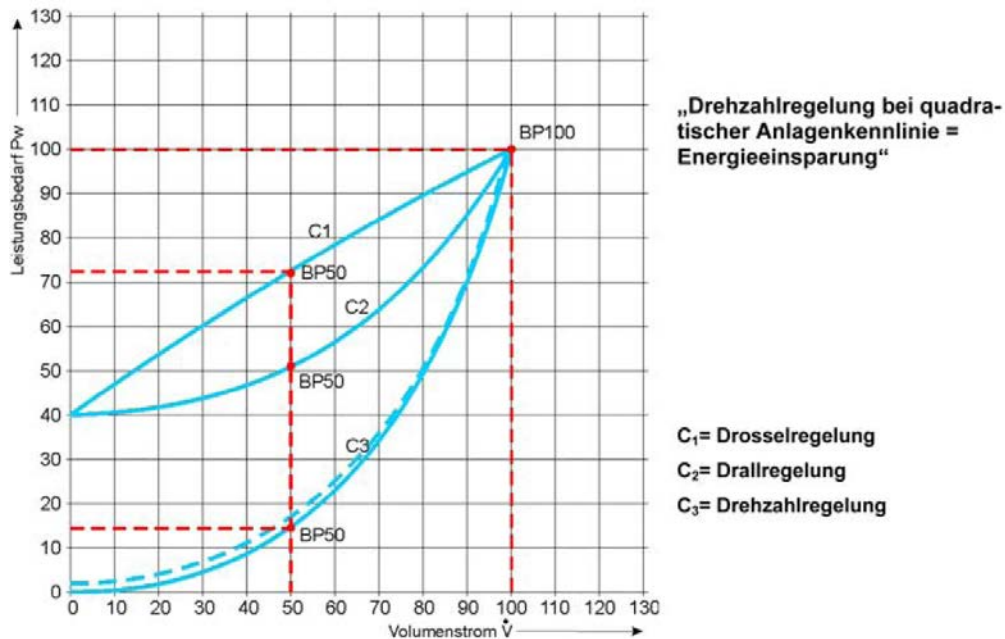


Abbildung 3: Gegenüberstellung der Leistungsbedarfskurven C in Abhängigkeit des Volumenstroms bezogen auf den Auslegungspunkt (Quelle: Benderoth, 2008)

In der Regel ergeben sich die größten wirtschaftlichen Einsparpotenziale wenn die Volumenstromregelung durch Drosselung auf eine FU Regelung umgestellt wird.



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

klimaaktiv



www.bmlfuw.gv.at
www.klimaaktiv.at