

---

# Einstellung von Frequenzumrichtern

---

Das Betreiben von Ventilatoren mit Frequenzumrichtern hat große Vorteile, allerdings auch einige Risiken. Besonders eine falsche Parametrisierung des Frequenzumrichters kann zu großen Schäden führen, wie u.a. Ermüdungsbrüche am Laufrad, Resonanzschwingungen an diversen Bauteilen und abgerissene Kupplungen durch zu schnelle Anlaufen bzw. zu häufiges Schalten. Das Grundprinzip der Steuerung muss eine träge Steuerung sein, mit einer Minimierung der Beschleunigung und der Anzahl der Wechselbelastungen (Schaltvorgänge). Wichtig bei der Einstellung der Steuerung ist es den Gesamtantriebsstrang zu betrachten und nicht, wie häufig von den Frequenzumrichter Herstellern gemacht, nur den Motor / Frequenzumrichter einander anzupassen, z. T. mit abgekoppeltem Ventilator.

Folgendes Vorgehen bei der Einstellung von Frequenzumrichter mit Ventilatoren kann mit Vorteil gewählt werden:

Schritt 1: Grundeinstellungen des Frequenzumrichters vornehmen.

Schritt 2: Detail Parameter einstellen.

Schritt 3: Ergebnis überprüfen und falls notwendig die Einstellungen modifizieren

## Grundeinstellungen

- 1.1 **Motorbezeichnung** bzw. abgefragte Daten gemäß Motortypenschild in den Frequenzumrichter eingeben.
- 1.2 **Motoridentifizierungslauf** Achtung: Keinen ID-Lauf (Standard oder Reduziert) starten. Nur die ID-Magnetisierung, d.h. der Motor wird vor dem Start 20 bis 60 s magnetisiert, ohne das sich der Motor dreht. Der ID-Lauf „Standard“, liefert gute VorabEinstellungswerte, muss aber mit entkoppelter Arbeitsmaschine erfolgen. Der ID-Lauf „Reduziert“, kann mit gekoppelter Arbeitsmaschine durchgeführt werden, es besteht aber die große Gefahr eines Schadens beim Hochlauf des Ventilators ohne vorher eingegebene Parameter.
- 1.3 **Maximalfrequenz** bzw. zulässige Maximaldrehzahl einstellen.  
ABB: Bei linkslaufendem Motor ist die Maximaldrehzahl auf  $0 \text{ min}^{-1}$  und die Minimaldrehzahl auf  $-(\text{Minus}) \text{ Maximaldrehzahl}$  zu stellen.
- 1.4 **Eckfrequenz** (wenn nicht automatisch festgelegt) prüfen bzw. einstellen. Die Eckfrequenz ist die Frequenz, bei der die maximale Ausgangsspannung erreicht wird. Danach steigt die Spannung nicht mehr, der Motor arbeitet im Feldschwächbereich. Die Leistung bleibt bei steigender Drehzahl konstant.

### Beispiele:

| Motorfrequenz | Ventilator Drehzahl              | Spannung | Eckfrequenz  |
|---------------|----------------------------------|----------|--------------|
| 50 Hz         | $1.500 \text{ min}^{-1}$ (50 Hz) | 400 V    | <b>50 Hz</b> |
| 50 Hz         | $1.650 \text{ min}^{-1}$ (55 Hz) | 400 V    | <b>50 Hz</b> |
| 60 Hz         | $1.650 \text{ min}^{-1}$ (55 Hz) | 480 V    | <b>60 Hz</b> |

- 1.5 **Stromgrenze** einstellen. Stromgrenze auf Motornennstrom bei Umrichterbetrieb (wenn nicht auf dem Typenschild angegeben, bei Netzbetrieb) einstellen.

---

# Einstellung von Frequenzumrichtern

---

**Wichtig:** Die Höhe des maximalen Stromes bestimmt die Dynamik.

**Achtung:** Bei ABB Maximalstrom 150% einstellen für quadratische Momentenkennlinie. (100% ist nur Nennausgangsstrom bei konstanter Momentenkennlinie.)

## Parameter Einstellen

### 2.1 Anlaufzeit $t_A$

Bei Motoren der Läuferklasse 16 ist die Anlaufzeit etwa:

$$t = \frac{10 \cdot M \cdot D^2 \cdot n^2}{10^6 \cdot P_N} [\text{sec}]$$

wobei  $n$  die Ventilator Drehzahl im Upm,  $N$  die Motorleistung in kW,  $M$  die Laufradmasse in kg und  $D$  der Raddurchmesser in m ist.

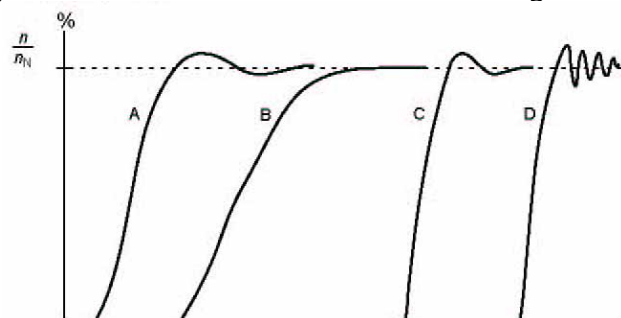
**2.2 Die Bremszeit  $t_{Br}$**  ist so einzustellen, dass der Umrichter nicht wegen Überspannung (zu hohe Bremsleistung) abschaltet. Je nach Massenträgheitsmoment und Drehzahl des Laufrades und Dichte des Fördermediums kann die Bremszeit ein Vielfaches der Hochlaufzeit betragen. (Etwas genauere Werte können bei Ventilatorlieferanten angefragt werden.)

Sollte auftragsbezogen die Kundenvorgabe einer längeren (als theoretisch möglich) Anlauf- bzw. Bremszeit bestehen, sollten diese verwendet werden.

**2.3 Eingabe der Steuer- Regelart:** U/f-Steuerung oder feldorientierte Regelung Feldorientierte Regelung bzw. Momentenregelung DTC bei ABB liefert normalerweise die beste Dynamik und Regelungsgüte. Auch sind bestimmte Funktion (wie z. B. die Fangschaltung) mit der U/f-Steuerung (SCALAR) nicht möglich.

**2.4 Überprüfung der Einstellung des PID – Reglers** zur Drehzahlregelung. Die Einstellung des PID – Reglers erfolgt beim ID-Lauf.

Je nach Einstellung der Parameter können verschiedene Regelverläufe auftreten.



- A: Unterkompensiert (I-Anteil zu kurz und Verstärkung zu niedrig)
- B: Normal abgestimmt (für Ventilatoren besseres Regelverhalten als C)
- C: Normal abgestimmt
- D: Überkompensiert (I-Anteil zu kurz und Verstärkung zu hoch)

**Achtung,** wie aus der Grafik ersichtlich, kann durch die Veränderung der PID Anteile das Gesamtsystem schwingungstechnisch sauber eingestellt werden, aber auch in extreme Schwingungen versetzt werden.

---

# Einstellung von Frequenzumrichtern

---

Folgend einige Hinweise auf mögliche Parameter verschiedener Hersteller (Stand 2005)

Die genaue Zusammenstellung sollte jedoch immer seitens des Frequenzumrichter Herstellers erfolgen.

| Fabrikat         | P-Verstärkung   | I-Anteil in s  | D-Anteil  |
|------------------|---|--|---|
| ABB              | ca. 25  | ca. 10   | AUS   |
| Danfoss          | 0,01 – 0,05   | 2 – 5  | AUS   |
| Siemens          | 3 – 5   | 2 – 5  | AUS   |
| Loher            | Motlmax ca. 250<br>Genlmax ca. 150  | Motlmax ca. 7000<br>Genlmax ca. 7500   | Motlmax ca. 16000   |
| Vacon            |   |  | AUS   |
| Andere Fabrikate |   |  | AUS   |
|                  | <b>Achtung:</b><br>Ist die P-Verstärkung zu hoch, kann der Prozess Instabil werden. | <b>Achtung:</b><br>Ist diese Zeit zu kurz, so kann der Prozess aufgrund von Überschwüngen instabil werden. | <b>Achtung:</b><br>Ein gesetzter bzw. zu hoch gesetzter D-Anteil führt häufig zu drehfrequenten Schwingungen. |

## Ergebnisüberprüfung

### 3.1. Anlauf- /Bremsverhalten:

Motorstrom mit Strommesszange und Oszilloskop sichtbar machen. Sollwertschwankung von +/- 1 Hz für die Betriebspunkte bei 50%, 75% und 90% der Ventilator Drehzahl im maximalen Auslegungspunkt und Stromform (unter Last) beobachten. Treten Instabilitäten auf, dann Reglereinstellung, wie in der Tabelle angegeben ändern.

Die theoretische Voreinstellung der Anlauf- bzw. Bremszeiten sollten unter Nennlast überprüft und wenn erf. durch die sich ergebenden tatsächlichen Anlauf- bzw. Bremszeiten in der Parameterliste geändert werden.

Der Spitzenwert des Stromes darf nicht instabil sein (Schwebungen oder Modulationen). Zur Sichtbarmachung ein entsprechend langes Zeitintervall einstellen. (Die Sinusform des Stromes muss „zusammengeschoben“ werden.)

### 3.2 Schnellfangschaltung:

Wenn kundenseitig eine Schnellfangschaltung gefordert ist, hat diese die Funktion den Frequenzumrichter / Ventilator nach einem unzulässigen Spannungseinbruch bzw. einen Spannungsausfall  $\leq 1$  s bei Spannungsrückkehr im zulässigen Bereich wieder zu Fangen und innerhalb 10 s auf mindestens 90% des vor der Netzstörung anstehenden Sollwertes zu beschleunigen. Ziel ist es, dass die übergeordnete Sicherheitskette einer Anlage innerhalb der zulässigen Störungsunterdrückungszeit einen Luftmangel bzw. Druckabfall infolge des Spannungseinbruchs nicht als Störung registriert. Da sonst von der übergeordneten Sicherheitskette die Gesamtanlage abgeschaltet würde. Diese Funktion muss unter Last geprüft werden.

#### **Ablauf:**

Drehzahl auf max. Drehzahl fahren (ist bedingt durch die Charakteristik der Ventilatorauslaufkurve der kritischste Bereich). Umrichter für max. 1 s vom Netz trennen und

---

**WITT & SOHN**

**IGW Ventilatoren**

---

## Einstellung von Frequenzumrichtern

---

wieder zuschalten. Hochlaufzeit bis auf 90% der anstehenden max. Solldrehzahl stoppen und die erreichte Zeit protokollieren.

### Hinweis:

Die Umrichterfunktion Schnellfangschaltung beschleunigt bei den meisten Umrichterfabrikaten (gilt nicht für Danfoss) nicht an der eingestellten Hochlauframpe, sondern an der Rampe vorbei, (bzw. einer für die Fangschaltung 2. Rampe) an dem max. zul. Überlaststrom.

Bei den Loher DynavertT Umrichtern ist die kurze Fangzeit erreichbar in dem man die interne Funktion „dynamische Netzpufferung“ aktiviert. Hiermit wird die generatorisch vom auslaufenden Motor gespeiste Spannung genutzt um den Regler auch beim Ausfall des Netzes für eine bestimmte Zeit weiter aktiv zu halten.

### 3.3 Schwingungsmessungen:

Nachdem alle Parameter eingestellt sind, werden Schwingungsmessungen  $V_{\text{eff}}$  über den garantierten Regelbereich wie folgt durchgeführt und aufgezeichnet.

Den Ventilator in den verkauften Auslegungspunkt unter Last fahren, dass die Leistungsaufnahme in etwa dem Auslegungspunkt entspricht.

Am Umrichter eine entsprechend lange Rampe (ca. 300-360 s) einstellen und den Ventilator am Umrichter von max. auf min. (zu garantierender Regelbereich) geführt runterfahren. Hierbei möglichst alle Lager vertikal, horizontal und axial durch Schwingungsaufnahme und mitgeschriebener Kurve  $V_{\text{eff}}$  über Drehzahl (Frequenz) kontrollieren und dokumentieren.

Anhand der ausgewerteten Kurve die hier sichtbar erscheinenden Resonanzpunkte in der Drehzahl (Frequenz) bestimmen. Den Ventilator am Umrichter unter Last einzeln in die Resonanz-Drehzahlen fahren. Und durch beharren in der Resonanzdrehzahl den sich max. aufbauenden  $V_{\text{eff}}$  - Wert kontrollieren. Liegt dieser über den zulässigen Werten gem. ISO 14694 / ISO 10816-3 muss durch Parameterverstellung am Frequenzumrichter das Schwingungsverhalten verbessert werden.

Sollten in einzelnen Drehzahlbereichen überhöhte Werte als Resonanzpunkte auftreten, sind diese detailliert zu untersuchen und durch Abstimmarbeiten (ändern der Parameter wie z. B. den Boost, Eckpunkte der Spannungs-/Frequenz-Kennlinie etc., aber auch wenn notwendig durch Verstärken der Mechanik, Nachwuchten bzw. je nach Erscheinungsbild, welche Bauteile in Resonanz geraten ist, auch durch zus. Versteifungen) in einen zulässigen Bereich zu versetzen. Ist es in Abstimmung mit dem Kunden aus verfahrenstechnischer Sicht vertretbar, sollten am Umrichter Resonanzfrequenzen ausgeblendet werden.

### 3.4 Ein- und Ausgabewerte:

Am Frequenzumrichter die Ein- und Ausgabewerte entsprechend dem Signalaustausch in dem genehmigten Kundenanschlussplan einstellen. Z. B. Sollwertvorgabe 4-20 mA dann entspricht 20 mA unserer Auslegungsdrehzahl z.B. 1560 1/min entsprechend 52,3 Hz und 4 mA der Min-Drehzahl bei garantiertem Regelbereich von 1 : 10 als 156 1/min entspr. 5,23 Hz. Die einzustellenden Ein- bzw. Ausgabewerte anhand des Kundenanschlussplans (Kundenanschlussklemmenleiste) mit den hierin eingetragenen Signalaustauschwerten überprüfen.

### 3.5 Einstellparameter protokollieren:

Die kompletten Einstellparameter des Frequenzumrichters müssen dokumentiert werden. **Diese Daten werden mit der Enddokumentation dem Kunden zur Verfügung gestellt, mit**

---

## ***Einstellung von Frequenzumrichtern***

---

dem Hinweis, dass Garantieansprüche bezüglich Folgeschäden aus unzulässigen Schwingungen erlöschen, wenn die Parameter bauseits verstellt werden.