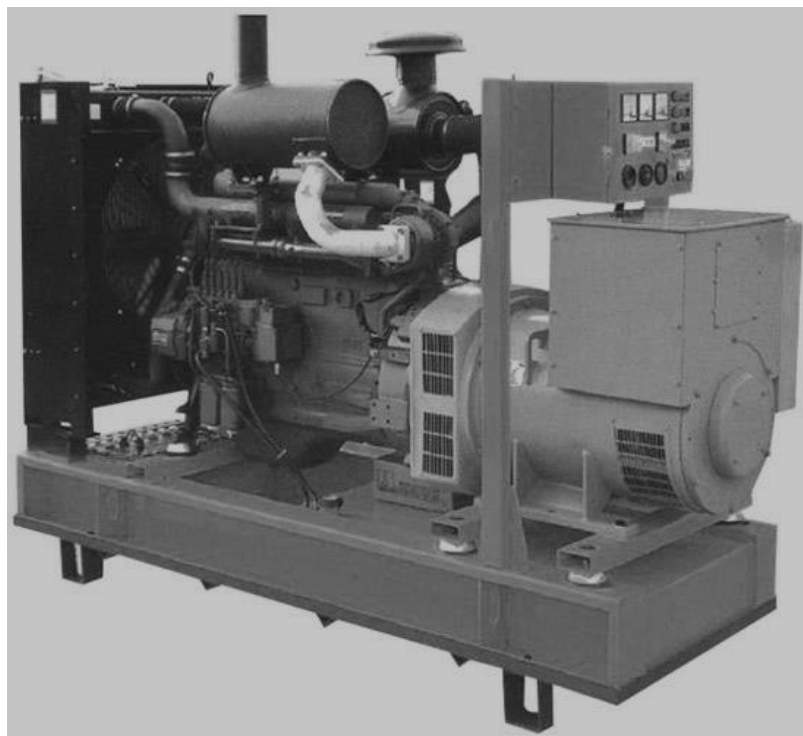


**PowerXL™****Anschluss von Frequenzumrichtern an Generatornetze  
Technische Aspekte für einen zuverlässigen Betrieb**

Level 3	<ul style="list-style-type: none"><li>1 – Fundamental – keine weiteren Kenntnisse nötig</li><li>2 – Basic – Grundwissen empfehlenswert</li><li>3 – Fortgeschritten – Grundwissen notwendig</li><li>4 – Expert – Praxiserfahrung in dem Thema empfehlenswert</li></ul>
---------	---

**EATON***Powering Business Worldwide*

## Inhalt

1	Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung! .....	3
2	Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung .....	4
3	Allgemeines .....	5
4	Anwendungsfälle .....	5
5	Grundlegende Informationen .....	5
6	Anschluss eines Frequenzumrichters an einen Generator.....	6
6.1	Leistung des Generators.....	6
6.2	Konfiguration des Generators .....	7
6.3	Belastung des Generators .....	7
6.4	Konfiguration des Frequenzumrichters.....	7
6.5	Anwendungsspezifische Betrachtungen .....	7

## 1 Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung!

- Gerät spannungsfrei schalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit feststellen.
- Erden und kurzschließen.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.
- Die für das Gerät angegebenen Montagehinweise (IL) sind zu beachten.
- Nur entsprechend qualifiziertes Personal gemäß EN 50110-1/-2 (VDE 0105 Teil 100) darf Eingriffe an diesem Gerät/System vornehmen.
- Achten Sie bei Installationsarbeiten darauf, dass Sie sich statisch entladen, bevor Sie das Gerät berühren.
- Die Funktionserde (FE, PES) muss an die Schutzterde (PE) oder den Potenzialausgleich angeschlossen werden.
- Die Ausführung dieser Verbindung liegt in der Verantwortung des Errichters.
- Anschluss- und Signalleitungen sind so zu installieren, dass induktive und kapazitive Einstreuungen keine Beeinträchtigung der Funktionen verursachen.
- Damit ein Leitungs- oder Aderbruch auf der Signalseite nicht zu undefinierten Zuständen führen kann, sind hard- und softwareseitig entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- Schwankungen bzw. Abweichungen der Netzspannung vom Nennwert dürfen die in den technischen Daten angegebenen Toleranzgrenzen nicht überschreiten, andernfalls sind Funktionsausfälle und Gefahrenzustände nicht auszuschließen.
- NOT-AUS-Einrichtungen nach IEC/EN 60204-1 müssen in allen Betriebsarten wirksam bleiben. Entriegeln der NOT-AUS-Einrichtungen darf keinen Wiederanlauf bewirken.
- Einbaugeräte für Gehäuse oder Schränke dürfen nur im eingebauten Zustand betrieben und bedient werden.
- An Orten, an denen auftretende Fehler Personen- oder Sachschäden verursachen können, müssen externe Vorkehrungen getroffen werden, die auch im Fehler- oder Störfall einen sicheren Betriebszustand gewährleisten beziehungsweise erzwingen (z. B. durch unabhängige Grenzwertschalter, mechanische Verriegelungen usw.).
- Während des Betriebs können die Frequenzumrichter heiße Oberflächen besitzen.
- Das unzulässige Entfernen der erforderlichen Abdeckung, die unsachgemäße Installation und falsche Bedienung von Motor oder Frequenzumrichter, kann zum Ausfall des Geräts führen und schwerste gesundheitliche Schäden oder Materialschäden verursachen.
- Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Frequenzumrichter sind die geltenden nationalen Unfallverhütungsvorschriften (z. B. BGV A3) zu beachten.
- Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen (z. B. Leitungsquerschnitte, Absicherungen, Schutzleiteranbindung).
- Alle Arbeiten zum Transport, zur Installation, zur Inbetriebnahme und zur Instandhaltung dürfen nur von qualifiziertem
- Fachpersonal durchgeführt werden (IEC 60364 bzw. HD 384 oder DIN VDE 0100 und nationale Unfallverhütungsvorschriften beachten).
- Anlagen, in die Frequenzumrichter eingebaut sind, müssen ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen, z. B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften usw. ausgerüstet werden.
- Während des Betriebs sind alle Abdeckungen und Türen geschlossen zu halten.
- Der Anwender muss in seiner Maschinenkonstruktion Maßnahmen berücksichtigen, die die Folgen bei Fehlfunktion oder Versagen des Frequenzumrichters (Erhöhung der Motordrehzahl oder plötzliches Stehenbleiben des Motors) begrenzen, so dass keine Gefahren für Personen oder Sachen verursacht werden können, z. B.: – Weitere unabhängige Einrichtungen zur Überwachung sicherheitsrelevanter Größen (Drehzahl, Fahrweg, Endlagen usw.). Elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (Verriegelungen oder mechanische Sperren) systemumfassende Maßnahmen. Nach dem Trennen der Frequenzumrichter von der Versorgungsspannung dürfen spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren nicht sofort berührt werden. Hierzu sind die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Frequenzumrichter zu beachten.

## 2 Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung

Die Informationen, Empfehlungen, Beschreibungen und Sicherheitshinweise in diesem Dokument basieren auf den Erfahrungen und Einschätzungen der Eaton Corp. Und berücksichtigen möglicherweise nicht alle Eventualitäten.

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, wenden Sie sich bitte an ein Verkaufsbüro von Eaton. Der Verkauf der in diesen Unterlagen dargestellten Produkte erfolgt zu den Bedingungen und Konditionen, die in den entsprechenden Verkaufsrichtlinien von Eaton oder sonstigen vertraglichen Vereinbarungen zwischen Eaton und dem Käufer enthalten sind. Es existieren keine Abreden, Vereinbarungen, Gewährleistungen ausdrücklicher oder stillschweigender Art, einschließlich einer Gewährleistung der Eignung für einen bestimmten Zweck oder der Marktgängigkeit, außer soweit in einem bestehenden Vertrag zwischen den Parteien ausdrücklich vereinbart. Jeder solche Vertrag stellt die Verpflichtung von Eaton abschließend dar.

Der Inhalt dieses Dokumentes wird weder Bestandteil eines Vertrages zwischen den Parteien noch führt er zu dessen Änderung. Eaton übernimmt gegenüber dem Käufer oder Nutzer in keinem Fall eine vertragliche, deliktische (einschließlich Fahrlässigkeit), verschuldensunabhängige oder sonstige Haftung für außergewöhnliche, indirekte oder mittelbare Schäden, Folgeschäden bzw. –verluste irgendeiner Art – unter anderem einschließlich, aber nicht beschränkt auf Schäden an bzw. Nutzungsausfälle von Geräten, Anlagen oder Stromanlagen, von Vermögensschäden, Stromausfällen, Zusatzkosten in Verbindung mit der Nutzung bestehender Stromanlagen, oder Schadensersatzforderungen gegenüber dem Käufer oder Nutzer durch deren Kunden – infolge der Verwendung der hierin enthaltenen Informationen, Empfehlungen und Beschreibungen. Wir behalten uns Änderungen der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen vor. Fotos und Abbildungen dienen lediglich als Hinweis und begründen keine Verpflichtung oder Haftung seitens Eaton.

### 3 Allgemeines

Unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften beim Betrieb von Frequenzumrichtern an einer Generatorversorgung ist es möglich, die Eaton-Produkte erfolgreich in diesen Anwendungen zu betreiben.

Die Auslegung von Generator und Frequenzumrichter, die Belastung und die Betriebsbedingungen sind von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich, so dass es unmöglich ist, präzise und generell gültige Hinweise zu geben. Der Zweck dieser Application Note ist es, einige Spezifika herauszustellen, um eine korrekte Auswahl zu ermöglichen.

### 4 Anwendungsfälle

Generatoren können als Ersatz-Stromversorgung benutzt werden, wenn die Netzversorgung ausfällt. Darüber hinaus werden sie als Versorgung in Gebieten benutzt, in denen ein fester Netzanschluss nicht verfügbar ist. In beiden Anwendungsfällen sind die Spezifika einer Kombination von Generatoren und Frequenzumrichtern zu berücksichtigen.

Generatoren werden in vielen Fällen zur Versorgung von Motoren und Beleuchtung benutzt, die unempfindlich sind gegen kleine Veränderungen in der Versorgung. Sie rufen ihrerseits keine Unsymmetrien und Verzerrungen im speisenden Netz hervor. Frequenzumrichter zählen zu den nicht linearen Lasten für den Generator, was einen großen Einfluss auf die Generatorversorgung und das Betriebsverhalten des Frequenzumrichters haben kann.

### 5 Grundlegende Informationen

Eaton Frequenzumrichter, wie viele andere auch, besitzen einen Gleichrichter im Eingangskreis des Leistungsanschlusses, der die Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt, die durch die Kondensatoren im Zwischenkreis stabilisiert wird. Der Eingangsgleichrichter ist bei Geräten kleinerer Leistung (bis ca. 50 A) als ungesteuerte Diodenbrücke ausgeführt, darüber hinaus werden oft Thyristoren verwendet. Da ein Stromfluss nur dann möglich ist, wenn die Netzspannung höher als die Zwischenkreisspannung ist, hat der Strom auf der Netzseite keine Sinusform mehr, sondern eher die Form eines Pulses. Die vom Netz bezogenen Strompulse sind von kürzerer Dauer und höherer Amplitude als bei der normalen Sinusform, was für den Generator eine zusätzliche Last und höhere Spitzenwerte bedeutet.

Generatoren haben generell eine höhere Impedanz (wesentlich höher als die üblichen Netztransformatoren) und sind dadurch weitaus mehr von der Last beeinflusst als das normale Versorgungsnetz. Wenn die maximale Last benötigt wird, kann das zu Einbrüchen in der Generatorspannung führen, auch wenn der Effektivwert gleich bleibt. Dies wird durch die hohe Amplitude der Strom-Impulse aufgrund des Eingangsgleichrichters hervorgerufen und kann zu signifikanten Verzerrungen der Generatorspannung führen.

Der wesentliche Einfluss auf den Frequenzumrichter besteht darin, dass die reduzierte Höhe der Versorgungsspannung zu einer reduzierten Zwischenkreisspannung führt, erst recht bei starker Belastung des Generators. Selbst wenn der Generator einen Regler für die Spannung besitzt, kann dieser nichts gegen den reduzierten Spitzenwert tun, da er auf Basis des Effektivwerts (RMS) arbeitet.

Zusätzliche Schwierigkeiten können auftreten, wenn der am Frequenzumrichter betriebene Motor Laststößen ausgesetzt ist, die dem Netz plötzlich einen hohen Strom abverlangen. Das kann zu kurzzeitigen Einbrüchen der Generatorspannung und damit zum Absinken der Zwischenkreisspannung führen, bei dem ein ordnungsgemäßer Betrieb nicht mehr möglich ist oder sogar eine Abschaltung erfolgt. Wenn der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, kehrt die Generatorspannung zum normalen Wert zurück. Beim automatischen Neustart nach einer Abschaltung kann dies zu einer wechselseitigen Beeinflussung von Generatorspannung und Abschalten des Frequenzumrichter führen. Es ist daher generell besser, einen Generator höherer Leistung zu benutzen.

Nach dem Starten eines Generators wird eine Zeit benötigt, innerhalb der sich Spannung und Frequenz stabilisieren. Für die normalerweise an einem Generator angeschlossenen Betriebsmittel stellt dies kein Problem dar. Eingangsgleichrichter und Ladekreise von Umrichtern könnten hiervon allerdings beeinflusst werden. Es wird daher empfohlen, Spannung und Frequenz des Generators zu überwachen, und Frequenzumrichter erst dann zuzuschalten, wenn die richtigen Werte erreicht sind.

Ein Vorteil der Nutzung eines Frequenzumrichters an einem Generator im Vergleich zu einem Direktstarter ist der reduzierte Einschaltstrom.

## 6 Anschluss eines Frequenzumrichters an einen Generator

Die folgenden Hinweise sollten beachtet werden, um einen zuverlässigen Betrieb eines Frequenzumrichters an einem Generator sicherzustellen. Generell sollte man beim Hersteller des Generators nachfragen, ob dieser für Umrichterlast geeignet ist. Die Hersteller haben oft Softwarewerkzeuge, um die richtige Auswahl des Generators abhängig von der Last durchzuführen.

### 6.1 Leistung des Generators

Legen Sie nie die Nennleistung des Generators nach der Nennleistung des Frequenzumrichters aus, sondern berücksichtigen Sie die nicht linearen Lasten bei der Auswahl. Der Generator muss bedeutend überdimensioniert sein, verglichen mit der Leistung der Last. Allgemeine Hinweise sprechen davon, dass die nicht lineare Last nicht mehr als 20 % der generatorlast betragen soll. Normalerweise sollte aber eine 2 bis 3-fache Generatorleistung ausreichend sein. Bei Antrieben mit geringerer Zwischenkreiskapazität, z.B. DE1, ist der höhere Wert der Generatorleistung zu bevorzugen.

Es ist sicherzustellen, dass die Ausgangsspannung des Generators auch bei Belastung im erlaubten Bereich bleibt. Dies kann man am besten dadurch feststellen, in dem man die Zwischenkreisspannung des Antriebs beobachtet, die als Parameter in den Frequenzumrichtern verfügbar ist, und sie mit der Spannung beim normalen Betrieb vergleicht.

Bemessungsspannung Frequenzumrichter	Zwischenkreisspannung (V DC)			
	bei Bemessungsspannung am Eingang	Unterspannungsmeldung	Min. ZK-Spannung bei Betrieb	Überspannungsmeldung
200 – 240 Volts AC	280 - 340	160	239	418
380 – 480 Volts AC	540 – 680	320	478	835
480 – 525 Volts AC	680 – 740	360	540	930
500 – 600 Volts AC	710 - 850	400	598	1020

## 6.2 Konfiguration des Generators

Wenn der Generator die Einstellung seiner Ausgangsspannung ermöglicht, sollte dies auf den höchsten Wert der Bemessungsspannung des Frequenzumrichters eingestellt werden (siehe technische Daten im Handbuch). Je höher die Spannung ist, umso geringer ist der Strom, der den Generator belastet.

Im Idealfall besitzt der Generator eine Überwachungseinrichtung, die sicherstellt, dass das Zuschalten der Last erst dann erfolgt, wenn Spannung und Frequenz im richtigen Bereich liegen. Generatoren die keine Überwachungseinrichtung besitzen, sind möglichst zu vermeiden.

## 6.3 Belastung des Generators

In einer Konfiguration mit mehreren Generatoren sollten die nicht linearen Lasten möglichst auf diese aufgeteilt werden, um die Belastungseffekte zu reduzieren. Wenn mehrere einphasig eingespeiste Frequenzumrichter am Generator angeschlossen werden, sollten diese gleichmäßig auf die drei Phasen aufgeteilt werden. Beim Betrieb von mehreren Frequenzumrichtern an einem Generator, sollten diese sequentiell, beginnend mit dem Antrieb mit der größten Leistung und nicht zeitgleich gestartet werden. Das gleichzeitige Einschalten mehrerer Umrichter ist möglichst zu vermeiden.

## 6.4 Konfiguration des Frequenzumrichters

Verwenden Sie keine Netzdrossel am Eingang des Frequenzumrichters. Dies würde nur zusätzliche Impedanz erzeugen und die Spannungseinbrüche verstärken.

Wenn mehrere Frequenzumrichter an einem Generator angeschlossen sind, sollte man einen automatischen Neustart nach einer Fehlermeldung vermeiden, da es zum gleichzeitigen Start mehrerer Motoren führen kann.

Ein automatischer Neustart nach Netzausfall bzw. Netzunterspannung sollte nicht freigegeben sein. Die Steuerleitungen sind abgeschirmt und möglichst kurz auszuführen.

## 6.5 Anwendungsspezifische Betrachtungen

Versuchen Sie, Anwendungen mit plötzlichen Laststößen zu vermeiden, speziell bei Frequenzumrichtern mit Thyristoren am Eingang. Anwendungen, die keine kurzen Rampenzeiten erfordern, sind zu bevorzugen. Wenn die Applikation jedoch Laststöße und kurze Rampen erfordert, wird empfohlen, den Generator eine Leistungsklasse höher auszuwählen.

Bei Antrieben, die an Generatoren angeschlossen werden, kann die Zwischenkreisspannung weit mehr variieren als es am Netz der Fall ist. Dies kann zu geringen Veränderungen am Ausgang des Frequenzumrichters führen. Anwendungen, die eine hohe Genauigkeit verlangen, sind möglichst zu vermeiden. In den meisten Anwendungsfällen ist die beschriebene Veränderung jedoch unkritisch und wird kaum bemerkt.



Anwendungen mit variable Drehmomentbedarf wie Lüfter und Pumpen sind sehr gut für einen Betrieb mit Frequenzumrichtern geeignet, die von einem Generator gespeist werden, da sie nur einen geringen Anlaufstrom benötigen und der Leistungsbedarf langsam mit der Drehzahl steigt. Hochlaufzeiten sind meist nicht kritisch in solchen Applikationen und können im Bedarfsfall auch erhöht werden. Kleine Veränderungen haben hier eine vernachlässigbare Auswirkung.