

## PowerXL™

DA1 + DC1 Frequenzumrichter und DE1 Drehzahlstarter  
Wie funktioniert der interne Motorschutz?



Level 2	<p>1 – Fundamental – keine weiteren Kenntnisse nötig</p> <p>2 – Basic – Grundwissen empfehlenswert</p> <p>3 – Fortgeschritten – Grundwissen notwendig</p> <p>4 – Expert – Praxiserfahrung in dem Thema empfehlenswert</p>
---------	---

# EATON

Powering Business Worldwide

## Inhalt

Gefahr! - Gefährliche elektrische Spannung!.....	3
Gewährleistungsausschluss und Haftungsbeschränkung .....	4
Allgemeines .....	5
Arbeitsweise der Motorschutzfunktion .....	6
Abhängigkeit von Strom und Auslösezeit.....	7
Ermittlung der Erholungszeit nach Überlast .....	8
Beispiele .....	9
Beispiel 1: Erholungszeit nach einer Auslösung .....	9
Beispiel 2: Wie lange ist die Erholungszeit? .....	9
Beispiel 3: Ist mein Belastungszyklus OK? .....	10

## 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 Geräte heiße Oberflächen besitzen.
- Das unzulässige Entfernen der erforderlichen Abdeckung, die unsachgemäße Installation und falsche Bedienung von Motor oder Gerät, kann zum Ausfall des Geräts führen und schwerste gesundheitliche Schäden oder Materialschäden verursachen.
- Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Geräten 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 Gerät 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 Geräts (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, Verfahrensweg, Endlagen usw.). Elektrische oder nichtelektrische Schutzeinrichtungen (Verriegelungen oder mechanische Sperren) systemumfassende Maßnahmen. Nach dem Trennen der Geräte von der Versorgungsspannung dürfen spannungsführende Geräteteile und Leistungsanschlüsse wegen möglicherweise aufgeladener Kondensatoren nicht sofort berührt werden. Hierzu sind die entsprechenden Hinweisschilder auf dem Gerät zu beachten.

## 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.

## Allgemeines

Die Geräte der Reihen DA1, DC1 und DE1 besitzen eine interne Schutzfunktion, die den angeschlossenen Motor vor Überlast schützt. Darüber hinaus ist zu vermeiden, dass ein zu hoher Strom die verwendeten Halbleiter zerstört.

Dieser Anwendungshinweis beschreibt

- die Arbeitsweise der Motorschutzfunktion
- die Abhängigkeit von Strom und Auslösezeit
- die Ermittlung der Erholungszeit nach einem Überstrom

## Arbeitsweise der Motorschutzfunktion

Man kann sich die Arbeitsweise der Motorschutzfunktion als einen Speicher mit einem max. Inhalt von 3000 vorstellen. Wird dieser Wert erreicht, schaltet das Gerät mit der Meldung „Überlast“ ab.

		DA1	DC1	DE1
$C_{max}$	max Speicherinhalt	3000 [% · s]	3000 [% · s]	3000 [% · s]
$r_c$	Zählrate bei Abkühlung (Unterlast)	1	1	1
$r_{100}$	Zählrate > 100 % ... < 150 % Last	1	1	1
$r_{150}$	Zählrate > 150 % ... $I_{max}$	16	16	16
$r_{slow}$	Zählrate < 10 Hz Ausgangsfrequenz <sup>1)</sup>	1	8	1
$I_{max}$	max. Wert des Stroms <sup>2)</sup>	200% P1-08	175% P-08	200% P-08 <sup>3)</sup>
$t_{max}$	max. Zeit bei $I_{max}$	1.875 s	3.75 s	1.875 s
	SW – Überstromabschaltung <sup>4)</sup>	~205 % $I_e$	~177 % $I_e$	~177 % $I_e$
	HW – Überstromabschaltung <sup>4)</sup>	~210 % $I_e$	~180 % $I_e$	~180 % $I_e$

- 1) Die empfindlichere Reaktion im unteren Frequenzbereich berücksichtigt die reduzierte Kühlung des Motors durch die nachlassende Lüfterleistung.
- 2) Grundlage ist der mit dem Parameter „Motor-Nennstrom“ eingestellte Wert.
- 3) Der Wert ist nach oben durch die HW- bzw. SW-Überstromabschaltung begrenzt. 200 % P-08 sind beim Drehzahlstarter DE1 nur dann erreichbar, wenn der mit P-08 eingestellte Wert 88 %  $I_e$  nicht überschreitet.
- 4) Die HW- und SW-Abschaltung ist abhängig vom Bemessungsstrom  $I_e$  des Gerätes. Sie dient zu dessen Schutz und ist nicht vom Einstellwert des Parameters „Motor-Nennstrom“ abhängig.

Der Speicherinhalt errechnet sich aus:

$$C = r \cdot t \cdot OL - t \cdot UL$$

Er kann nicht negativ werden. Dabei ist r abhängig von der Höhe der Überlast. Im Bereich über 100 % des mit dem Parameter „Motor-Nennstrom“ eingestellten Wertes wird hochgezählt, im Bereich unterhalb 100 % nach unten. OL ist hierbei die Überlast, UL die Unterlast, jeweils in Prozent.

Beispiel:	120 % „Motor-Nennstrom“	→	OL = 20 %
	150 % „Motor-Nennstrom“	→	OL = 50 %
	80 % „Motor-Nennstrom“	→	UL = -20 %
	0 % „Motor-Nennstrom“	→	UL = -100 % (Gerät versorgt)

Ist die Funktion „thermischer Speicher Motor“ eingeschaltet, wird der berechnete Wert beim Abschalten der Versorgungsspannung automatisch gespeichert. Der gespeicherte Wert wird beim Wiedereinschalten genutzt. Ist diese Funktion ausgeschaltet, wird das „thermische Gedächtnis“ beim Wiedereinschalten auf Null gesetzt.

Hinweis: Das thermische Gedächtnis ist auch dann aktiv, wenn der Frequenzumrichter an Spannung liegt, jedoch kein START-Befehl vorhanden ist. Dadurch wird ein mögliches Abkühlen des Motors in dieser Phase berücksichtigt.

## Abhängigkeit von Strom und Auslösezeit

Die Auslösezeit errechnet sich wie folgt:

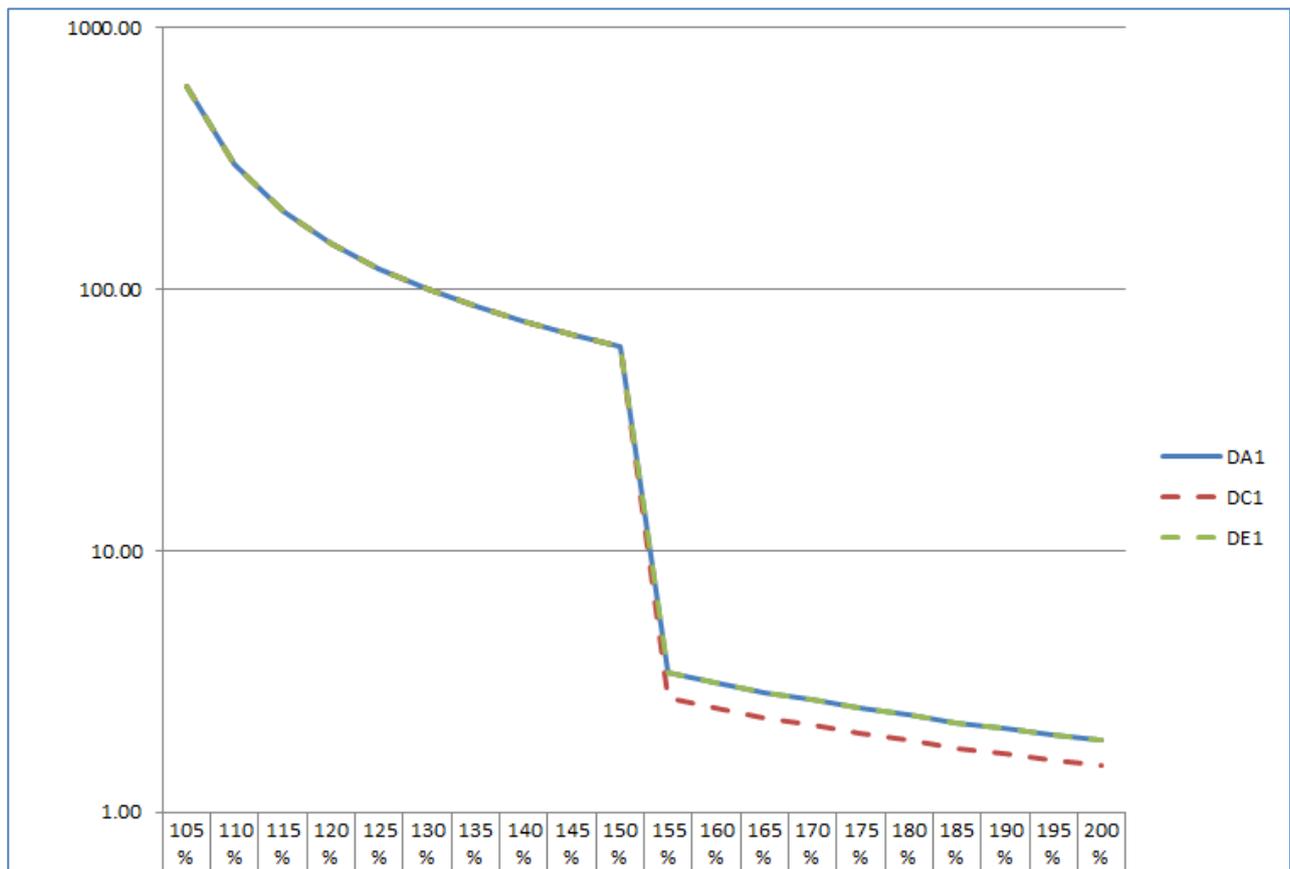
$$t = \frac{3000 [\% \cdot s]}{r \cdot OL}$$

Beispiel für 150 % „Motor-Nennstrom“ (OL = 50 % Überlast):

$$t = \frac{3000 \% \cdot s}{1 \cdot 50 \%} = 60 s$$

**ACHTUNG:** Es ist zu beachten, dass sich die Zählrate im Bereich oberhalb 150 % ändert! Es ergeben sich hier wesentlich kürzere Auslösezeiten.

Das unten stehende Diagramm zeigt die Auslösezeit in Sekunden (vertikale Achse) in Abhängigkeit der Last. Die Basis für die auf der horizontalen Achse dargestellte Last ist der Parameter „Motor-Nennstrom“. Man sieht deutlich die Auswirkung der Zählrate  $r_{150}$  oberhalb 150 %.



## Auslösezeiten

Last	Abschaltzeit [s]	Abschaltzeit [s]	Abschaltzeit [s]
	DA1	DC1	DE1
100%	unendlich	unendlich	unendlich
105%	600.00	600.00	600.00
110%	300.00	300.00	300.00
115%	200.00	200.00	200.00
120%	150.00	150.00	150.00
125%	120.00	120.00	120.00
130%	100.00	100.00	100.00
135%	85.71	85.71	85.71
140%	75.00	75.00	75.00
145%	66.67	66.67	66.67
150%	60.00	60.00	60.00
155%	3.41	2.73	3.41
160%	3.13	2.50	3.13
165%	2.88	2.31	2.88
170%	2.68	2.14	2.68
175%	2.50	2.00	2.50
180%	2.34		2.34
185%	2.21		2.21
190%	2.08		2.08
195%	1.97		1.97
200%	1.88		1.88

## Ermittlung der Erholungszeit nach Überlast

Um den Speicherinhalt zu reduzieren (= Abkühlen des Motors) ist ein Betrieb unterhalb von 100 % „Motor-Nennstrom“ (P1-08 bzw. P-08) erforderlich.

$$t = \frac{C}{UL}$$

Dabei ist C der aktuelle Speicherinhalt und UL die Höhe der Unterlast. t ist die Zeit bis zum vollständigen Rücksetzen des Speichers. Beispiele siehe unten.

Hinweis: Der Speicherinhalt kann nicht negativ werden!

## Beispiele

### Beispiel 1: Erholungszeit nach einer Auslösung

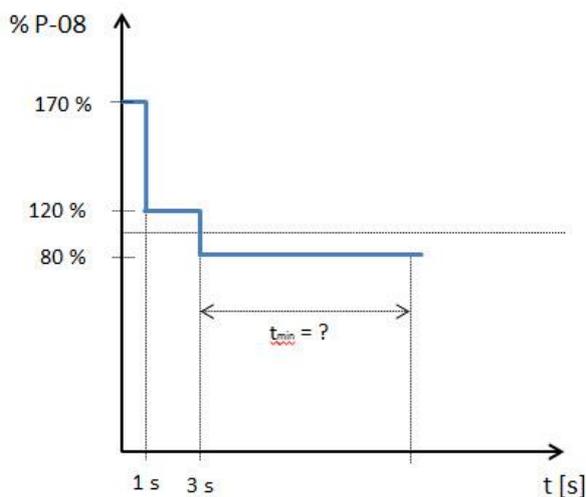
- Bei einer Auslösung beträgt der Speicherinhalt 3000.
- Das Gerät kann erst wieder eingeschaltet werden, wenn der Speicherinhalt Null ist.
- In dieser Phase fließt kein Strom, die Unterlast beträgt also 100 %.

$$t = \frac{C}{UL} = \frac{3000 \% \cdot s}{100 \%} = 30 s$$

Die Rücksetzzeit nach einer Abschaltung beträgt 30 s.

Hinweis: Hierbei muss das Gerät mit Spannung versorgt werden. Bei einem abgeschalteten Gerät wird der Speicherinhalt nicht reduziert (siehe Funktion: „Thermischer Speicher Motor“).

### Beispiel 2: Wie lange ist die Erholungszeit?



Ein Gerät der Reihe DE1 wird mit folgendem Zyklus betrieben:

- 1 s mit 170 % „Motor-Nennstrom“ (P-08) (= 70 % Überlast)
- 2 s mit 120 % (= 20 % Überlast)
- Danach dauerhaft mit 80 % (100 % - 80% = 20 % Unterlast)
- Fragen:
  - 1 darf das Gerät für 1 s mit 170 % „Motor-Nennstrom“ betrieben werden?
  - 2 Wie groß muss t<sub>min</sub> sein, damit der Überlastspeicher wieder vollständig zurückgesetzt ist?
  - 3 Wie groß ist t<sub>min</sub> wenn das Gerät mit 90 % „Motor-Nennstrom“ betrieben wird, statt mit 80 %? (= 10 % Unterlast)

1. JA. Das Gerät kann laut Tabelle auf Seite 6 für 1,875 s mit 200 % „Motor-Nennstrom“ betrieben werden.
2. Es wird die Formel von Seite 6 verwendet. Es ist zu beachten, dass die Zählrate oberhalb von 150 % P-08 höher ist, als darunter. Die Erholung erfolgt immer mit der normalen Rate.

$$r_{150} \cdot t_{150} \cdot OL_{150} + r_{100} \cdot t_{100} \cdot OL_{100} = t \cdot UL$$

$$\frac{16 \cdot 1 \text{ s} \cdot 70 + 1 \cdot 2 \text{ s} \cdot 20}{20} = 58 \text{ s}$$

3. Die Zeit verdoppelt sich auf 116 s, da der Nenner des Bruchs 10 anstelle von 20 ist.

### Beispiel 3: Ist mein Belastungszyklus OK?

Um bei Lastzyklen einen dauerhaften störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, muss der einzelne Zyklus ausgewogen sein. Heißt: Die Überlast unter Berücksichtigung der Zählrate darf nicht größer als die Unterlast sein. Wenn am Ende eines Zyklus zum Beispiel der Wert „50“ im Speicher bleibt, dauert es nur 3000 / 50 mal (also 60 Zyklen), bis das Gerät wegen Überlast abschaltet.