



# SANFTANLASSER HANDBUCH



**ABB**



# VORWORT

Dieses Buch ist als allgemeine Anleitung für Anwender gedacht, die mit Sanftanlassern arbeiten; es richtet sich jedoch auch an jene Leser, die sich über diese Art der Anlassmethode informieren möchten. Gleich ob Sie ein Experte oder ein Neuling auf diesem Gebiet sind - Sie werden einige hilfreiche und nützliche Informationen finden, indem Sie dieses Handbuch entweder ganz durchlesen oder nur die für Sie interessanten Kapitel heraus greifen.

Das Stichwortregister am Ende des Buches vereinfacht die Suche im Inhalt.

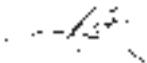
Der Inhalt dieses Buchs beruht im Wesentlichen auf 20 Jahren Erfahrung, auf die wir bei ABB in der Entwicklung, der Fertigung und dem Vertrieb von Niederspannungs-Sanftanlassern zurück greifen können.

Dieses Buch ist kein umfassendes technisches Handbuch und kein Handbuch für alle ABB Sanftanlasser, die auf dem Markt sind. Es handelt sich vielmehr um eine Ergänzung zu den technischen Katalogen und Broschüren für unsere Produkte, die eine allgemeine Betrachtung dessen liefert, was bei der Arbeit mit Sanftanlassern zu beachten ist.

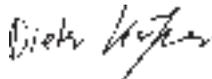
Weitere Informationen zu Sanftanlassern sowie zu anderen Produkten von ABB erhalten Sie unter [www.abb.com](http://www.abb.com) oder [www.abb.de/stotz-kontakt](http://www.abb.de/stotz-kontakt)

Alle Empfehlungen aus diesem Buch sind nur allgemeiner Art; jede Anwendung muss als spezieller Fall betrachtet werden.

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH  
Mai 2003



Thomas Nordqvist



Dieter Käßer

ABB übernimmt keine Haftung für etwaige Fehler oder Beschädigungen aufgrund der Verwendung dieses Handbuchs.

# Inhalt

<b>Normen</b>	<b>...1</b>
Europäische Richtlinien	...1
CE-Kennzeichnung	...1
Spezifikationen in den USA und in Kanada	...1
Verwendete Normen	...1
<b>Allgemeines über Motoren</b>	<b>...2</b>
Kurzschlussläufermotoren	...3
Spannung	...4
Leistungsfaktor	...5
Drehzahl	...6
Drehmoment	...7
Schleifringmotoren	...7
<b>Verschiedene Anlassmethoden</b>	<b>...8</b>
Anlauf mit direktem Einschalten	...9
Stern-Dreieck-Anlauf	...10
Wechselstromrichter	...12
Sanftanlasser	...13
Gängige Probleme beim Anlassen und Auslaufen von Motoren	...14
<b>Verschiedene Anwendungen</b>	<b>...15</b>
<b>Zentrifugalgebläse</b>	<b>...16</b>
Anlauf mit direktem Einschalten	...16
Stern-Dreieck-Anlauf	...17
Sanftanlasser	...17
Wahl eines geeigneten Sanftanlassers	...18
<b>Kreiselpumpe</b>	<b>...19</b>
Anlauf mit direktem Einschalten	...19
Stern-Dreieck-Anlauf	...20
Sanftanlasser	...21
Wahl eines geeigneten Sanftanlassers	...22

<b>Kompressor</b>	<b>...23</b>
Anlauf mit direktem Einschalten	...23
Stern-Dreieck-Anlauf	...24
Sanftanlasser	...25
Wahl eines geeigneten Sanftanlassers	...26
<b>Förderband</b>	<b>...27</b>
Anlauf mit direktem Einschalten	...27
Stern-Dreieck-Anlauf	...28
Sanftanlasser	...29
Wahl eines geeigneten Sanftanlassers	...30
<b>Auswahl eines geeigneten Sanftanlassers</b>	<b>...31</b>
<b>Beschreibung der Sanftanlasser</b>	<b>...33</b>
<b>Beschreibung verschiedener Komponenten</b>	<b>...34</b>
<b>Gängige Einstellungen</b>	<b>...36</b>
Rampenzeit für Start	...36
Rampenzeit für Auslauf	...36
Anfangsspannung	...36
Strombegrenzung	...37
Spannungsstufe (Auslauf)	...38
Einstellbarer Nennstrom des Motors	...38
<b>Unterschiedliche Angaben</b>	<b>...39</b>
<b>Bezeichnungen verschiedener Spannungen</b>	<b>...40</b>
<b>Umgebungstemperatur</b>	<b>...41</b>
<b>Große Höhen</b>	<b>...42</b>
<b>Anlassen mehrerer Motoren</b>	<b>...43</b>
Paralleles Anlassen von Motoren	...43
Sequentielles Anlassen von Motoren	...44

<b>Verschiedene Anschlussarten des Sanftanlassers</b>	<b>...45</b>
In-Line-Schaltung	...46
Dreieckschaltung	...46
Position des Hauptschützes	...47
<b>Grundeinstellungen</b>	<b>...49</b>
Tabelle für Einstellungen ohne Strombegrenzungsfunktion	...50
Tabelle für Einstellungen mit Strombegrenzungsfunktion	...51
<b>Anlassleistung und Überlastschutz</b>	<b>...52</b>
Anlassleistung für Sanftanlasser	...52
Anlassleistung bei Verwendung eines Bypass Schützes	...53
Anlassleistung bei Verwendung von Überlastschutz	...53
<b>Anzahl der Anlassvorgänge / Std.</b>	<b>...54</b>
Intermittenzfaktor	...54
<b>Oberwellen</b>	<b>...55</b>
Inhalt der Oberwellen	...55
<b>Explosive Umgebungen (EEx)</b>	<b>...56</b>
Gefahrenzonen	...57
Position und Auswahl von Sanftanlassern	...57
<b>Koordinierung</b>	<b>...58</b>
Arten der Koordinierung	...59
Nutzungskategorien	...60
Arten von Sicherungen	...61
Quellennachweis der Koordinierungstabellen	...62
Verwendung der Koordinierungstabellen	...63
<b>Elektrostatische Entladungen</b>	<b>...65</b>
Zwei Arten von Fehlern bei verschiedenen Schaltkreisen	...65
Elektrostatische Spannungen	...66
Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen	...66

<b>Häufige Fragen (FAQ)</b>	<b>...67</b>
<b>Umweltschutzinformationen</b>	<b>...69</b>
Lebensdauerzyklusbewertung (LCA)	...69
Umweltproduktdeklaration (EPD)	...70
<b>Industrial IT</b>	<b>...71</b>
Verschiedene Stufen	...72
Stufe der Sanftanlasser	...72
<b>Formeln und Umrechnungsfaktoren</b>	<b>...73</b>
Formeln	...73
Mengen und Einheiten	...75
Umrechnungsfaktoren	...76
<b>Glossar</b>	<b>...78</b>
<b>Index</b>	<b>...84</b>

# Normen



Alle ABB Niederspannungs-Sanftanlasser wurden gemäß der Richtlinien der IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission), die zur Internationalen Normungsorganisation ISO gehört, entwickelt und gefertigt.

ISO gibt IEC-Veröffentlichungen heraus. Diese dienen als Grundlage für den Weltmarkt.

Gemäß dieser Normen gebaute Sanftanlasser unterliegen in den meisten Ländern außer der Verantwortlichkeit des Herstellers keinen weiteren Prüfungen. In manchen Ländern macht das Gesetz spezielle Zertifikate erforderlich.

Bei Sanftanlassern, die an Bord von Schiffen verwendet werden, verlangen manche Seeverversicherer Genehmigungszertifikate von BV (Bureau Veritas), GL (Germanischer Lloyd) und LRS (Lloyd's Register of Shipping) oder von anderen unabhängigen Zertifizierungsorganisationen.

## Europäische Richtlinien

Es gibt drei grundlegende europäische Richtlinien:

### Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG

Betrifft elektrische Geräte von 50 bis 1000 V~ und von 75 bis 1500 V=.

### Maschinenrichtlinie 89/392/EWG

Betrifft Sicherheitsspezifikationen von Maschinen und Ausrüstungen kompletter Maschinen.

### Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 89/336/EWG

Betrifft alle Geräte, die elektromagnetische Störungen verursachen können, einschließlich Emissionsstärke und Störsicherheit.

## CE-Kennzeichnung

Wenn ein Produkt gemäß der entsprechenden IEC-Norm (bei Sanftanlassern IEC 947-4-2) geprüft wurde, erfüllt das Produkt ggf. sowohl die "Niederspannungsrichtlinie" als auch die "Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit", und es darf auf dem Produkt die CE-Kennzeichnung geführt werden. In diesem Fall beinhaltet die CE-Kennzeichnung nicht die "Maschinenrichtlinie" in Bezug auf den Anschluss des Sanftanlassers zum sicheren Betrieb des Motors.

Die CE-Kennzeichnung ist kein

Qualitätskennzeichen; es ist ein Beweis für die Einhaltung der europäischen Richtlinien für das Produkt.

## Spezifikationen in den USA und in Kanada

Die Spezifikationen für den US-amerikanischen und den kanadischen Markt sind sehr ähnlich. Diese weichen jedoch stark von den IEC-Normen und anderen europäischen Spezifikationen ab.

USA UL Underwriters Laboratories  
Dateiref. 072301-E161428  
110800-E161428

Kanada CSA Kanadische Normen  
Dateiref. 1031179

## Verwendete Normen

Für die Sanftanlasser werden folgende Normen ganz oder teilweise verwendet:

IEC 60947-1  
IEC 60947-1/A11  
IEC 60947-4-2, Amd 1  
EN 50082-2  
UL 508  
CSA C22.2 Nr. 14 - M91  
LRS 00/00154

# Motoren

Moderne Elektromotoren sind in vielen verschiedenen Bauformen erhältlich, z. B. als Einphasenmotoren, Drehstrommotoren, Bremsmotoren, Synchronmotoren, Asynchronmotoren, spezielle Motoren in Sonderanfertigung, Motoren mit zwei oder drei Drehzahlen usw., jeweils mit verschiedenen Leistungen und Eigenschaften.

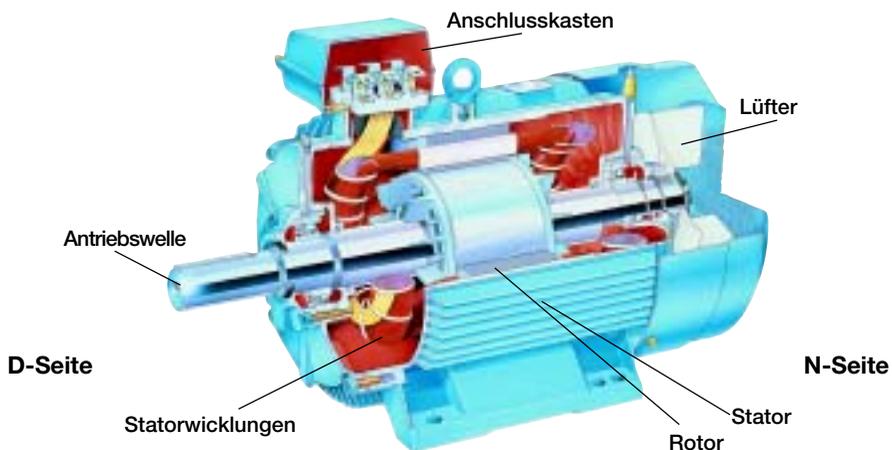
Zu jedem Motortyp gibt es viele verschiedene Befestigungsarten, z. B. Fußmontage, Flanschbefestigung oder kombinierte Fuß- und Flanschbefestigung. Auch die Kühlmethode kann sehr unterschiedlich sein, vom einfachsten Motor mit freier Luftzirkulation bis hin zu komplexeren Motoren mit vollständig eingefasster Luft-Wasser-Kühlung mit austauschbarem Kassettenkühler.

Damit eine lange Lebensdauer des Motors gewährleistet ist, müssen bei harter Belastung in rauer Umgebung die korrekten Schutzanforderungen erfüllt werden. Der Code mit der Abkürzung IP (International Protection = Internationaler Schutzcode) gibt anhand einer zweistelligen Zahl den Schutz vor Umwelteinflüssen an: die erste Zahl gibt den Schutz gegen Kontakt und Eindringen von Festkörpern, die zweite Zahl den Schutz des Motors gegen Wasser an.

Die Motorseiten sind gemäß der IEC-Norm folgendermaßen definiert:

- Die D-Seite ist normalerweise die Antriebseite des Motors.
- Die N-Seite ist normalerweise nicht die Antriebseite des Motors.

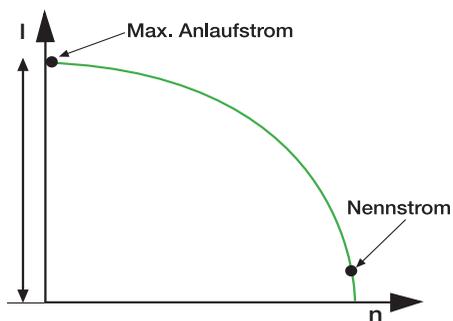
*Beachten Sie, dass in diesem Handbuch nur Asynchronmotoren berücksichtigt werden.*



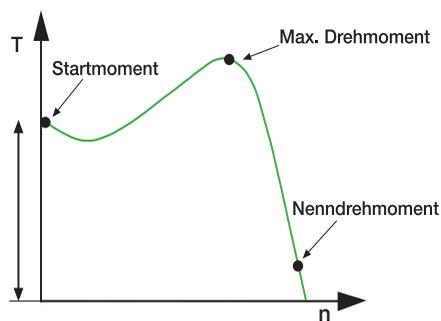
## Kurzschlussläufermotoren

Dieses Buch konzentriert sich auf den Kurzschlussläufermotor, den gängigsten Motortyp auf dem Markt. Er ist relativ kostengünstig, und die Wartungskosten sind normalerweise gering. Es gibt auf dem Markt viele verschiedene Hersteller, die ihre Produkte zu unterschiedlichen Preisen anbieten. Nicht alle Motoren weisen dieselbe Leistung und Qualität wie z. B. Motoren von ABB auf. Durch einen hohen Wirkungsgrad können die Energiekosten bei hoher Lebensdauer des Motors signifikant gesenkt werden. Auch die geringe Geräuschbelastung ist heutzutage von Interesse; dasselbe gilt für die Widerstandsfähigkeit in rauer Umgebung.

Auch andere Parameter sind unterschiedlich. Die Konstruktion des Rotors wirkt sich auf den Anlaufstrom und das Anlaufmoment aus. Die Unterschiede können bei verschiedenen Herstellern bei der selben Nennleistung recht hoch sein. Bei der Verwendung eines Sanftanlassers ist es vorteilhaft, wenn der Motor beim Anlauf mit direktem Einschalten über ein hohes Anlaufmoment verfügt. Wenn ein solcher Motor mit einem Sanftanlasser verwendet wird, ist es möglich, den Anlaufstrom im Vergleich zu Motoren mit geringem Anlaufmoment weiter zu reduzieren. Auch die Zahl der Pole wirkt sich auf die technischen Daten aus. Zweipolige Motoren verfügen häufig über ein geringeres Anlaufmoment als Motoren mit vier oder mehr Polen.



Stromdiagramm eines typischen Kurzschlussläufermotors



Drehmomentkurve eines typischen Kurzschlussläufermotors

## Spannung

Drehstrommotoren mit einer Drehzahl können normalerweise bei zwei verschiedenen Spannungen angeschlossen werden. Die drei Statorwicklungen sind in Stern- (Y) oder Dreieckschaltung (D) angeschlossen.

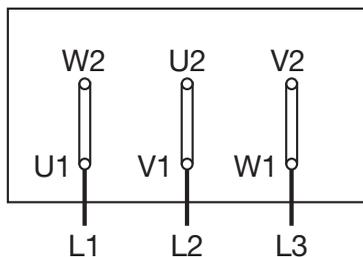
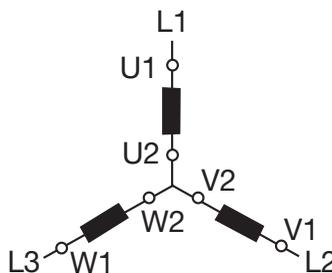
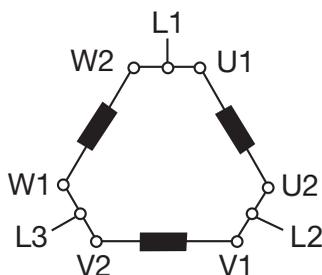
Die Wicklungen können auch in Reihe oder parallel geschaltet sein, z. B. als Y oder YY. Wenn auf dem Leistungsschild eines Kurzschlussläufermotors Spannungen sowohl für die Stern- als auch für die Dreieckschaltung angegeben sind, ist es möglich, den Motor

beispielsweise sowohl mit 230 V als auch mit 400 V zu betreiben.

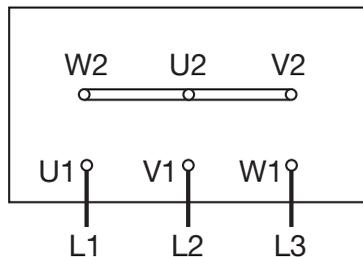
Die Wicklung ist bei 230 V in Dreieckschaltung angeschlossen; bei einer Hauptspannung von 400 V wird die Y-Schaltung verwendet.

Beim Ändern der Hauptspannung ist es wichtig zu beachten, dass sich der Nennstrom des Motors bei derselben Nennleistung abhängig von der Spannung ändert.

Die Art des Motoranschlusses an den Anschlussblöcken für die Stern- oder Dreieckschaltung wird in der folgenden Abbildung dargestellt.



$\Delta$  - Schaltung  
230 V  
(400 V)



Y - Schaltung  
400 V  
(690 V)

## Leistungsfaktor

Ein Motor verwandelt Wirkleistung in mechanische Bewegung. Für die Magnetisierung des Motors ist auch Blindleistung erforderlich; diese führt jedoch nicht zu einer Energieumwandlung. Im folgenden Schaubild sind Wirk- und Blindleistung als  $P$  und  $Q$  dargestellt; die abgegebene Leistung ist  $S$ .

Das Verhältnis zwischen Wirkleistung (in kW) und Blindleistung (in kVA) wird als Leistungsfaktor bezeichnet. Er wird häufig als  $\cos \varphi$  angegeben. Normale Werte liegen zwischen 0,7 und 0,9 (im Lauf), wobei der kleinere Wert bei kleineren und der größere bei größeren Motoren gilt.

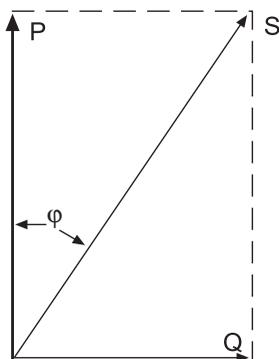


Schaubild von  $P$ ,  $Q$ ,  $S$  und  $\cos \varphi$

## Drehzahl

Die Drehzahl eines Wechselstrommotors hängt von zwei Faktoren ab: von der Anzahl der Pole der Statorwicklung und von der Netzfrequenz. Ein Motor läuft bei 50 Hz mit einer Drehzahl, die sich aus der Konstanten 6000 dividiert durch die Anzahl der Pole berechnet. Bei 60 Hz ist die Drehzahlkonstante des Motors 7200  $\text{min}^{-1}$ .

Zur Berechnung der Drehzahl eines Motors kann folgende Formel verwendet werden:

$$n = \frac{2 \times f \times 60}{p}$$

$n$  = Drehzahl

$f$  = Netzfrequenz

$p$  = Anzahl der Pole

### Beispiel:

4-poliger Motor läuft bei 50 Hz

$$n = \frac{2 \times 50 \times 60}{4} = 1500 \text{ min}^{-1}$$

Bei dieser Drehzahl handelt es sich um die Synchrondrehzahl; ein Kurzschlussläufermotor oder ein Schleifringmotor kann diese niemals erreichen. Ohne Last ist die Drehzahl sehr nahe

an der Synchrondrehzahl. Wenn der Motor belastet wird, fällt sie ab.

Die Differenz zwischen Synchrondrehzahl und Asynchrondrehzahl, auch Nenndrehzahl genannt, ist der "Schlupf". Dieser kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

$s$  = Schlupf (normale Werte liegen zwischen 1 und 3 %)

$n_1$  = Synchrondrehzahl

$n$  = Asynchrondrehzahl (Nenndrehzahl)

Tabelle der Synchrondrehzahl bei verschiedener Anzahl von Polen und verschiedenen Frequenzen:

Zahl der Pole	50 Hz	60 Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
10	600	720
12	500	600
16	375	450
20	300	360

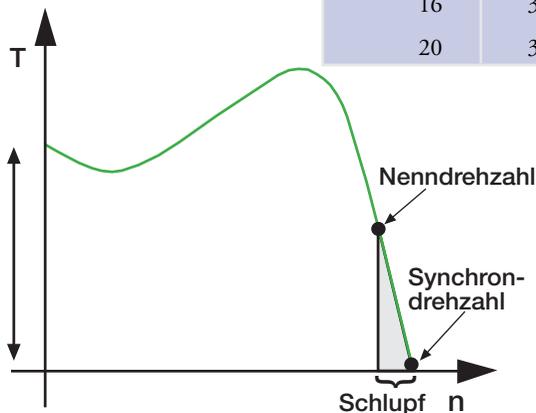


Schaubild von Synchrondrehzahl und Nenndrehzahl

## Drehmoment

Das Anlaufmoment eines Motors hängt stark von der Größe des Motors ab. Ein kleiner Motor, z. B. mit 30 kW, weist als Wert normalerweise das 2,5- bis 3-fache des Nennmoments auf; bei einem Motor mittlerer Größe bis etwa 250 kW liegen normale Werte zwischen dem 2- und dem 2,5-fachen des Nennmoments. Sehr große Motoren neigen zu einem sehr geringen Anlaufmoment, das manchmal sogar unter dem Nennmoment liegt. Ein derartiger Motor kann nicht bei Volllast gestartet werden, auch nicht durch Anlauf mit direktem Einschalten.

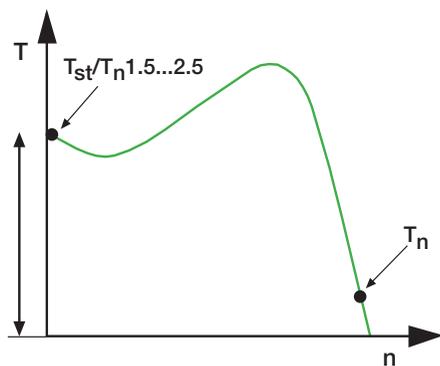
Das Nennmoment eines Motors kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$M_r = \frac{9550 \times P_r}{n_r}$$

$M_r$  = Nennmoment (Nm)

$P_r$  = Nennleistung des Motors (kW)

$n_r$  = Nenndrehzahl des Motors ( $\text{min}^{-1}$ )



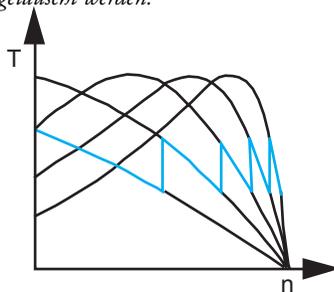
Drehmomentkurve eines typischen Kurzschlussläufermotors

## Schleifringmotoren

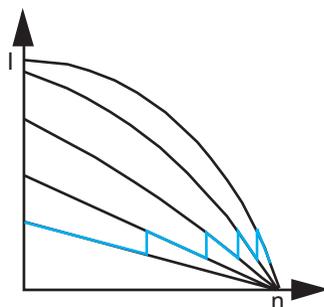
In manchen Fällen, wenn ein Anlauf mit direktem Einschalten wegen des hohen Anlaufstroms nicht gestattet ist oder wenn ein Anlauf mit einem Stern-Dreieck-Anlasser kein ausreichend hohes Anlaufmoment erbringt, wird ein Schleifringmotor verwendet. Der Motor wird angelassen, indem der Widerstand des Rotors geändert wird. Bei der Erhöhung der Drehzahl wird der Widerstand allmählich gesenkt, bis die Nenndrehzahl erreicht ist und der Motor mit der äquivalenten Leistung eines normalen Kurzschlussläufermotors läuft.

Der Vorteil eines Schleifringmotors ist der geringere Anlaufstrom. Außerdem kann das Anlaufmoment bis zum maximalen Drehmoment geregelt werden.

*Im Allgemeinen muss, wenn für diese Anwendung ein Sanftanlasser verwendet wird, auch der Motor ausgetauscht werden.*



Drehmomentkurve eines Schleifringmotors



Drehmomentkurve eines Schleifringmotors

# Verschiedene Anlassmethoden

Im Folgenden erfolgt eine Beschreibung der gängigsten Anlassmethoden für Kurzschlussläufermotoren.

Eine Übersicht gängiger Probleme beim Anlassen und Auslaufen von Motoren bei unterschiedlichen Anlassmethoden siehe Seite 14

**Anlauf mit direktem Einschalten**



**Wechselstromrichter**



**Stern-Dreieck-Anlauf**

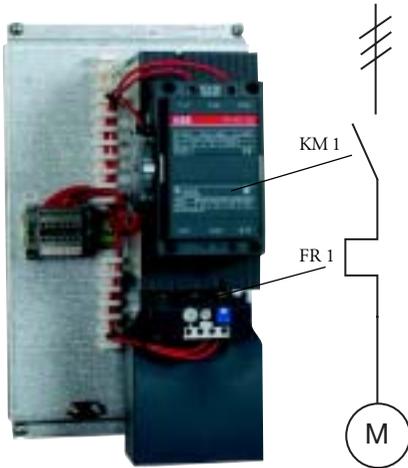


**Sanftanlasser**



## Anlauf mit direktem Einschalten

Dies ist bei weitem die gängigste Anlassmethode auf dem Markt. Die Anlassvorrichtung besteht nur aus einem Hauptschütz und einem thermischen oder elektronischen Überlastrelais. Der Nachteil dieser Methode ist, dass hier der höchstmögliche Anlaufstrom auftritt. Normale Werte liegen zwischen dem 6- bis 7-fachen des Nennstroms des Motors; es können jedoch auch Werte bis zum 9- oder 10-fachen des Nennstroms auftreten. Außer dem Anlaufstrom tritt auch ein Spitzenstrom auf, der bis zum 14-fachen des Nennstroms betragen kann, da der Motor beim Anlassen nicht von Beginn an erregt wird.



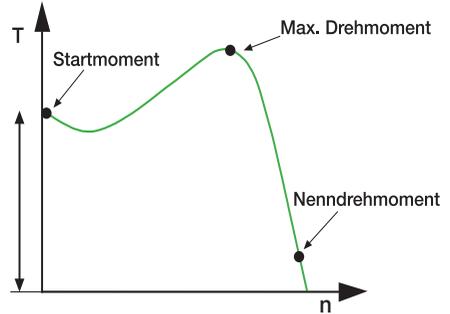
Anlasser für Anlauf mit direktem Einschalten mit Schütz und Überlastrelais

Schaubild einer Leitung bei Anlauf mit direktem Einschalten

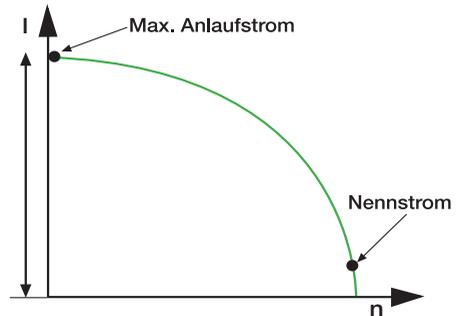
**KM 1** Hauptschütz  
**FR 1** Überlastrelais

Die Werte hängen von der Konstruktion und der Größe des Motors ab, doch im Allgemeinen treten bei kleineren Motoren höhere Werte als bei größeren Motoren auf.

Bei einem Anlauf mit direktem Einschalten ist das Anlaufmoment auch sehr hoch. Es ist höher als bei den meisten Anwendungen erforderlich ist. Das Drehmoment entspricht der Kraft, und eine unnötig hohe Kraft setzt Kupplungen und die angetriebene Anwendung unnötig hohen Belastungen aus. Selbstverständlich gibt es Fälle, in denen diese Anlassmethode problemlos funktioniert. In einigen Fällen ist dies sogar die einzige in Frage kommende Anlassmethode.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



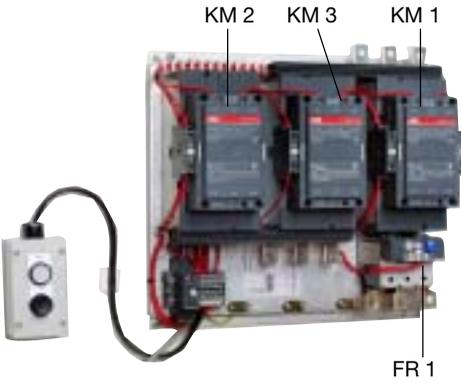
Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten

## Stern-Dreieck-Anlauf

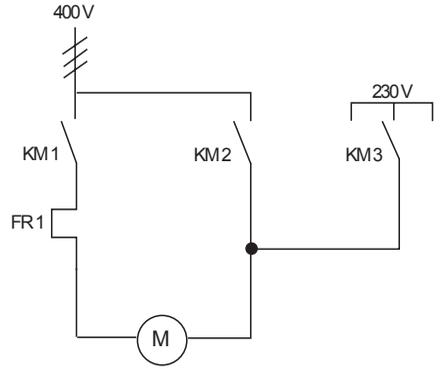
Bei dieser Anlassmethode wird der Anlaufstrom und das Anlaufmoment reduziert. Die Vorrichtung besteht normalerweise aus drei Schützen, einem Überlastrelais und einem Zeitschalter zum Einstellen der Zeit der Sternposition (Anlassposition). Der Motor muss im normalen Betrieb in Dreieckschaltung angeschlossen sein, damit diese Anlassmethode verwendet werden kann.

Der erzielte Anlaufstrom beträgt etwa 30 % des beim Anlauf mit direktem Einschalten auftretenden Anlaufstroms. Das Anlaufmoment wird auf etwa 25 % des beim Anlauf mit direktem Einschalten verfügbaren Drehmoments reduziert. Diese Anlassmethode kommt nur in Frage, wenn die Anwendung beim Anlauf leicht belastet ist. Wenn der Motor zu stark belastet ist, steht nicht genügend

Drehmoment zur Beschleunigung des Motors auf die Nenndrehzahl zur Verfügung, bevor in die Dreieckposition umgeschaltet wird. Wenn z. B. Pumpen und Lüfter angelassen werden, ist das Lastmoment beim Anlauf anfangs gering. Es erhöht sich mit dem Quadrat der Drehzahl. Wenn etwa 80-85 % der Nenndrehzahl des Motors erreicht sind, ist das Lastmoment gleich dem Drehmoment des Motors und die Beschleunigung stoppt. Zum Erreichen der Nenndrehzahl muss zur Dreieckposition umgeschaltet werden. Dies führt häufig zu hohen Übertragungsspitzen und Stromspitzen. In manchen Fällen kann die Stromspitze sogar Werte über denen des Anlaufs mit direktem Einschalten erreichen. Anwendungen mit einem Lastmoment über 50 % des Nenndrehmoments des Motors können nicht mit dem Stern-Dreieck-Anlasser gestartet werden.

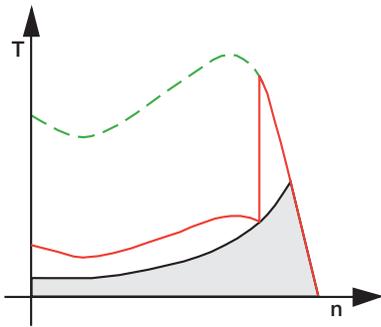


Stern-Dreieck-Anlasser mit Schützen und Überlastrelais

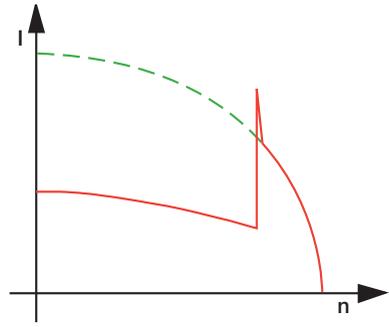


Prinzipschaltbild bei Stern-Dreieck-Anlasser

- KM 1 Hauptschütz
- KM 2 Dreieck-Schütz
- KM 3 Stern-Schütz
- FR 1 Überlastrelais



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf



Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

## Wechselstromrichter

Der Wechselstromrichter wird manchmal auch Regelantrieb, Frequenzumrichter oder einfach FU genannt. Letztere Bezeichnung ist wahrscheinlich der gängigste Name.

Der FU besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen, der Umwandlung von Wechselstrom (50 oder 60 Hz) in Gleichstrom und der Rückumwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom, der nun jedoch eine variable Frequenz von 0 - 250 Hz aufweist. Da die Drehzahl des Motors von der Frequenz abhängt, kann auf diese Weise die Drehzahl des Motors durch Ändern der Ausgangsfrequenz des FU geregelt werden. Dies ist ein großer Vorteil, wenn beim kontinuierlichen Betrieb die Drehzahl geregelt werden muss.

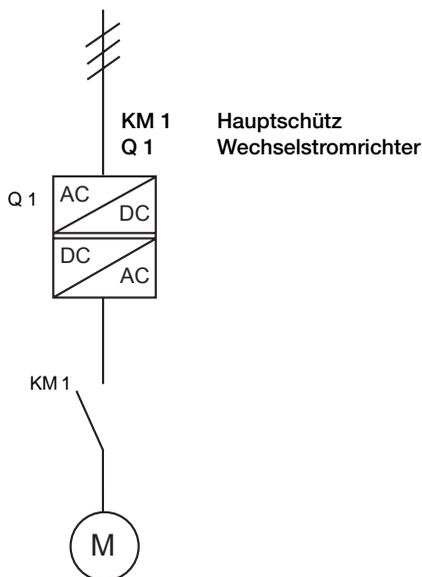
Bei vielen Anwendungen wird ein FU nur zum Anlassen und Auslaufen des Motors verwendet, ohne dass eine Regelung der Drehzahl im

normalen Betrieb erforderlich wäre. Dies macht die Anlassvorrichtung natürlich unnötigerweise wesentlich teurer.

Durch die Steuerung der Frequenz steht das Nenndrehmoment des Motors bei geringer Drehzahl zur Verfügung und der Anlaufstrom ist gering; er beträgt zwischen dem 1- und 1,5-fachen des Nennstroms des Motors. Eine weitere Funktion, die zur Verfügung steht, ist der Sanftauslauf. Dieser ist z. B. beim Anhalten von Pumpen sehr nützlich: hier ist das Problem das Wasser, das beim direkten Anhalten in den Rohren schlägt. Die Sanftauslauffunktion ist auch beim Anhalten von Förderbändern nützlich, wenn zerbrechliches Material beschädigt werden könnte, falls das Band zu schnell anhält. Sehr häufig wird zusammen mit der Ansteuerung ein Filter installiert, damit die erzeugten Emissionen und Oberwellen reduziert werden.



Frequenzumrichter, FU



Prinzipschaltbild beim FU

## Sanftanlasser

Die Eigenschaften eines Sanftanlassers unterscheiden sich von denen anderer Anlassmethoden. Er verfügt im Hauptschaltkreis über Thyristoren; die Motorspannung wird über eine Leiterplatte geregelt. Beim Sanftanlasser wird die Tatsache ausgenutzt, dass eine geringe Motorspannung beim Anlassen auch einen geringen Anlaufstrom und ein geringes Anlaufmoment bewirkt.

Während des ersten Teils des Anlassvorgangs ist die Spannung am Motor so gering, dass dadurch nur das Spiel zwischen den Zahnradern geregelt bzw. die Antriebsriemen oder -ketten usw. gestrafft werden können. Dadurch werden also unnötige ruckartige Bewegungen beim Anlaufen vermieden.

Allmählich wird die Spannung und das Drehmoment erhöht, so dass die Maschine zu beschleunigen beginnt.

Einer der Vorteile dieser Anlassmethode ist die Möglichkeit, das Drehmoment entsprechend des

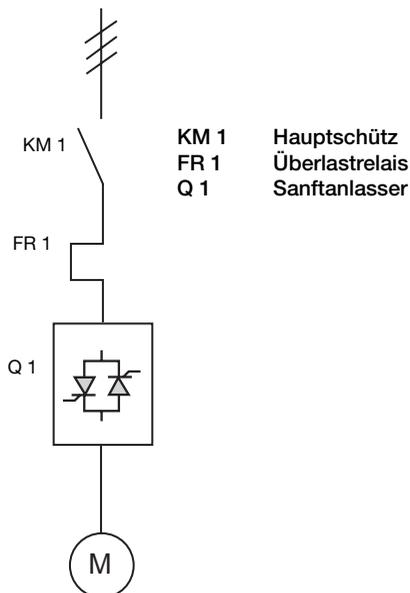
genauen Bedarfs zu regeln, gleich ob die Anwendung belastet ist oder nicht. Im Prinzip steht das volle Anlaufmoment zur Verfügung; der große Unterschied besteht jedoch darin, dass das Anlassverfahren für die angetriebene Maschine wesentlich schonender ist, wodurch die Wartungskosten niedrig gehalten werden können.

Eine weitere Funktion des Sanftanlassers ist die Sanftauslauffunktion. Diese ist beim Anhalten von Pumpen sehr nützlich: hier ist das Problem das Wasser, das beim direkten Anhalten wie beim Stern-Dreieck-Anlasser oder beim Anlasser für Anlauf mit direktem Einschalten im Rohrsystem schlägt.

Die Sanftauslauffunktion kann auch beim Anhalten von Förderbändern verwendet werden, wenn zerbrechliches Material beschädigt werden könnte, falls das Band zu schnell anhält.



Sanftanlasser



Prinzipschaltbild beim Sanftanlasser

## Gängige Probleme beim Anlassen und Auslaufen von Motoren bei unterschiedlichen Anlassmethoden

Art des Problems      Art der Anlassmethode

	Direktes Einschalten	Stern-Dreieck -Anlauf	Frequenz-umrichter	Sanftanlasser
Schlupfende Riemen und starker Verschleiß der Lager	Ja	mittel	Nein	Nein
Hoher Einschaltstromstoß	Ja	Nein	Nein	Nein
Starker Verschleiß der Getriebe	Ja	Ja (Anlauf bei Last)	Nein	Nein
Beschädigte Waren / Produkte beim Anhalten	Ja	Ja	Nein	Nein
Wasser, das beim Anhalten im Rohrsystem schlägt	Ja	Ja	Beste Lösung	Reduziert
Übertragungsspitzen	Ja	Ja	Nein	Nein

Beim Stern-Dreieck-Anlauf treten beim Motorschalter mit Anlasstrafo und beim Teilwicklungsanlauf ähnliche Probleme auf.

# Verschiedene Anwendungen

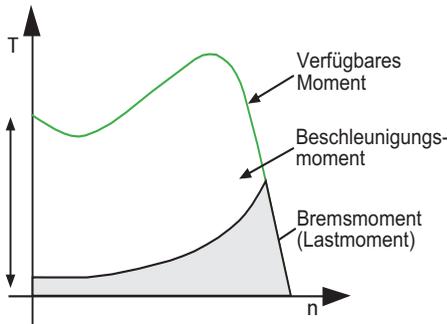
Alle Motoren werden zum Anlassen und Ausführen verschiedener Anwendungen verwendet. In diesem Kapitel werden die gängigsten Anwendungen erläutert. Die verschiedenen Anwendungen bedingen auch verschiedene Lastzustände des Motors. Zwei Faktoren sind hierbei zu berücksichtigen:

1. Das Bremsmoment, eine direkt auf die Motorwelle wirkende Bremskraft. Der Motor muss stärker als die Last sein, um beschleunigen zu können. Das Beschleunigungsmoment ist die Differenz von verfügbarem Drehmoment des Motors und dem Lastdrehmoment.

$$\text{Beschleunigungsmoment} = \text{Verfügbares Drehmoment des Motors} - \text{Lastdrehmoment}$$

2. Das vorliegende Trägheitsmoment bzw. die Schwungmasse hat auch Einfluss auf den Anlauf.

Je größer die Trägheit, desto länger ist die Anlaufzeit eines Motors.



Zentrifugalgebläse



Kreiselpumpe



Kompressor



Förderband

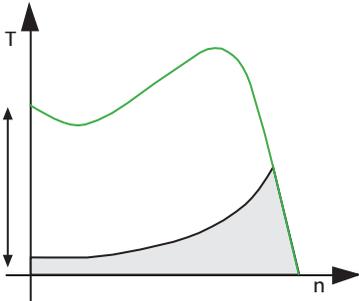


Bei manchen Anwendungen wird der Motor mit reduziertem Lastmoment angelassen, es handelt sich also um einen Anlauf ohne Last. Große Zentrifugalgebläse werden oft mit einem geschlossenen Dämpfer angelassen. Dies vereinfacht (verkürzt) das Anlassen; da das Trägheitsmoment noch immer vorhanden ist, ist die Anlaufzeit u. U. dennoch beträchtlich.

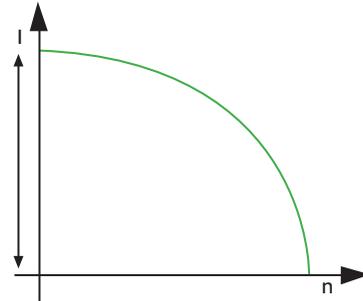
## Anlauf mit direktem Einschalten

Zentrifugalgebläse werden häufig mit einem oder mehreren Riemen angetrieben. Bei einem Anlauf mit direktem Einschalten neigen diese Riemen zum Durchschlupfen. Der Grund dafür ist, dass diese Art von Gebläse immer ein relativ hohes Trägheitsmoment (eine große Schwungmasse) aufweist. Auch wenn das Gebläse ohne

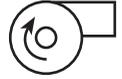
Last anläuft, ist die Schwungmasse vorhanden. Die Riemen schlupfen durch, wenn das Anlaufmoment des Motors beim Anlaufvorgang zu hoch ist und die Riemen nicht in der Lage sind, die entsprechenden Kräfte zu übertragen. Dieses typische Problem führt zu hohen Wartungskosten, doch auch zu Produktionsausfällen, wenn die Produktion zum Auswechseln von Riemen und Lagern gestoppt werden muss.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



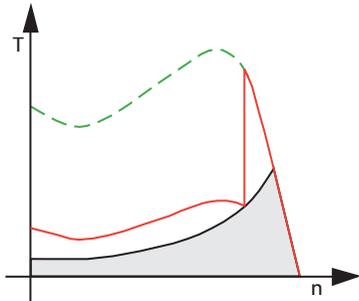
Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



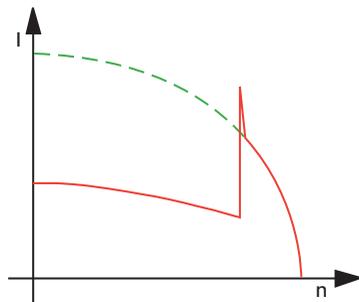
## Stern-Dreieck-Anlasser (Y-D)

Der Stern-Dreieck-Anlasser liefert ein geringeres Anlaufmoment, doch da sich das Lastmoment mit dem Quadrat der Drehzahl erhöht, ist das Drehmoment des Motors in der Sternposition nicht groß genug, um das Gebläse auf die Nenn Drehzahl zu beschleunigen.

Beim Umschalten zur Dreieckposition tritt eine hohe Übertragungsspitze und eine Stromspitze auf, die oft Werten eines Anlaufs mit direktem Einschalten entspricht oder diese sogar übersteigt, was zu einem Durchschlupf des Riemens führt. Der Schlupf kann durch sehr starkes Spannen der Riemen reduziert werden. Dies führt zu hohen mechanischen Belastungen der Lager im Motor und im Gebläse, was hohe Wartungskosten zur Folge hat.



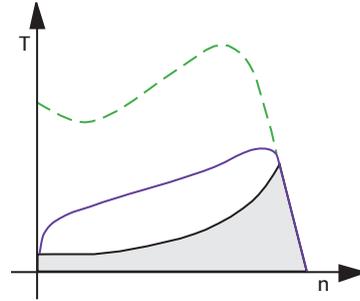
Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf



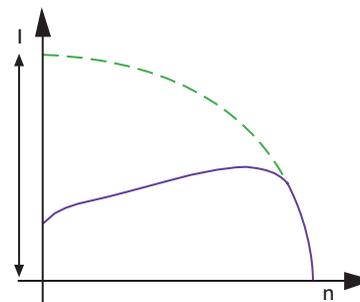
Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

## Sanftanlasser

Die Lösung dieses Problems ist die Reduzierung des Anlaufmoments des Motors beim Anlassen. Durch die Verwendung eines ABB Sanftanlassers wird die Spannung zu Beginn des Anlaufs auf einen geringen Wert abgesenkt. Dieser muss so gering sein, dass Schlupf vermieden wird, doch so groß sein, dass das Gebläse gestartet wird. Der Sanftanlasser bietet die Möglichkeit der Anpassung für jede Anlassanforderung sowohl ohne Last als auch bei Vollast.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



Stromkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



## Wahl eines geeigneten Sanftanlassers

### Normaler Anlauf

Bei Gebläsen mit kleinen oder mittelgroßen Schwungrädern ist der Sanftanlasser gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

Dies gilt, wenn die zulässige Anlaufzeit beim Anlauf mit direktem Einschalten unter 5 Sekunden liegt.

### Anlauf unter hoher Belastung

Bei Gebläsen mit großen Schwungrädern ist ein Sanftanlasser für den Anlauf unter hoher Belastung gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen. Es kann auch ein Sanftanlasser für normalen Anlauf verwendet werden. Wählen Sie dazu ein Gerät mit einer um eine Stufe

höheren Nennleistung als der des Motors und ein Überlastrelais der Klasse 30.

Dies gilt, wenn die zulässige Anlaufzeit beim Anlauf mit direktem Einschalten über 5 Sekunden liegt.

### Empfohlene Grundeinstellungen:

Rampenzeit für Start: 10 s

Rampenzeit für Auslauf: 0 s

Anfangsspannung: 30 %

Es wird die Verwendung der Strombegrenzung empfohlen.



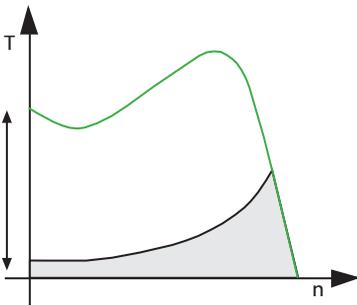
Anwendung mit einem Zentrifugalgebläse



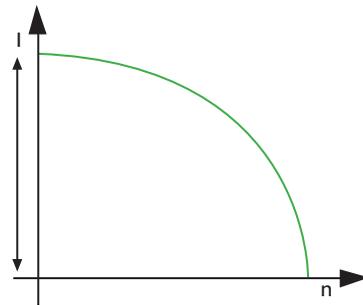
Es gibt viele verschiedene Arten von Pumpen: Kolbenpumpen, Kreiselpumpen, Schraubepumpen usw. Die gängigste Bauart ist jedoch die Kreiselpumpe, die wir daher für die Beschreibung ausgewählt haben.

## Anlauf mit direktem Einschalten

Das Starten einer Pumpe ist normalerweise für einen Kurzschlussläufermotor kein Problem. Das Problem ist der Verschleiß, der von den Druckwellen im Rohrsystem rührt, die beim zu schnellen Anlauf und Auslauf des Motors entstehen. Bei einem Anlauf mit direktem Einschalten liefert der Motor ein viel zu hohes Anlaufmoment. Dies führt dazu, dass der Motor zu schnell beschleunigt und die Nenndrehzahl zu schnell erreicht. Der Grund dafür ist, dass das Bremsmoment für eine Pumpe beim Anlaufen zu gering ist. Bei dieser Anlassmethode tritt auch der höchstmögliche Anlaufstrom auf.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



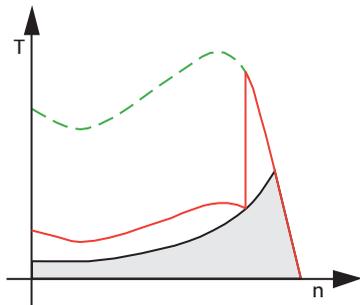
Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



## Stern-Dreieck-Anlasser (Y-D)

Durch die Verwendung eines Stern-Dreieck-Anlassers ist es möglich, das Anlaufmoment zu reduzieren. Das Drehmoment des Motors ist in der Sternposition zu schwach, um den Anlauf abzuschließen und die Nenndrehzahl erreichen zu können.

Das Quadrat des Bremsmoments wird für den Motor zu hoch, wenn etwa 80-85 % der Nenndrehzahl erreicht sind. Das Umschalten zur Dreieckposition führt zu hohen Übertragungsspitzen und Stromspitzen, was wiederum zu Druckwellen führt. Die Stromspitzen können gleich hoch oder sogar höher als beim Anlauf mit direktem Einschalten sein.

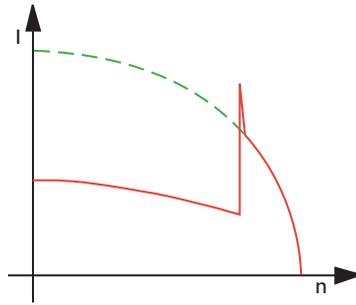


Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

## Anhalten von Pumpen

Auch beim Auslaufen treten normalerweise Probleme auf. Beim direkten Anhalten durch Unterbrechen der Netzspannung hält der Motor zu schnell an.

Durch den hohen Massendurchsatz im Rohrsystem fließt das Wasser kurze Zeit mit derselben Geschwindigkeit weiter und strömt dann im Rohrsystem zurück. Dies führt zu starken Druckstößen auf die Ventile und zu starken mechanischen Belastungen des Rohrsystems.



Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

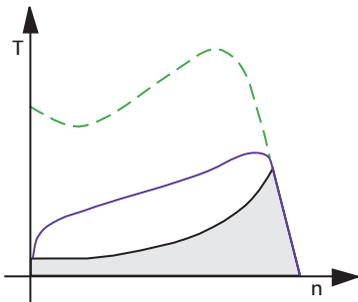


## Sanftanlasser

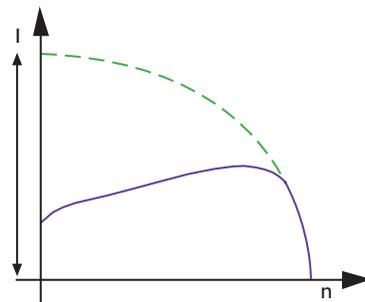
Durch die Verwendung eines ABB Sanftanlassers wird die Spannung beim Anlaufen abgesenkt. Dadurch wird das Drehmoment des Motors reduziert. Beim Anlaufvorgang erhöht der Sanftanlasser die Spannung, so dass der Motor stark genug ist, die Pumpe auf die Nenndrehzahl zu beschleunigen, ohne dass Drehmoment- oder Stromspitzen auftreten. Der normale Anlaufstrom beim Anlassen einer Kreiselpumpe bei Volllast mit einem Sanftanlasser beträgt etwa das 4-fache des Nennstroms des Motors.

Auch für den Auslaufvorgang ist der Sanftanlasser die richtige Lösung. Der Sanftanlasser reduziert die Spannung beim Auslaufen über eine Spannungsrampe; der Motor wird immer schwächer. Dadurch verzögert sich die Strömung des Wassers ganz allmählich, ohne dass Druckwellen entstehen.

Manchmal ist eine Spezialfunktion des Sanftanlassers verfügbar, die sog. "Spannungsstufe (Auslauf)". Diese Funktion gewährleistet eine optimale Einstellung gemäß der wahren Anforderungen jedes Rohrsystems.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



Stromkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



## Wahl eines geeigneten Sanftanlassers

### Normaler Anlauf

Das Starten einer Pumpe ist eine typische Situation eines normalen Anlaufs.

Der Sanftanlasser ist gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

### Anlauf unter hoher Belastung

Kommt bei dieser Anwendung nicht in Frage.

### Empfohlene Grundeinstellungen:

Rampenzeit für Start: 10 s

Rampenzeit für Auslauf: 20 s

Anfangsspannung: 30 %



Anwendung mit Pumpe



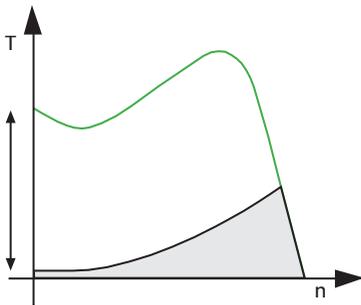
Kleinere Kompressoren sind oft Kolbenkompressoren, bei denen das Lastmoment linear mit der Drehzahl steigt. Schraubenkompressoren werden häufig verwendet, wenn Bedarf für einen größeren Luftdurchsatz vorliegt. Bei diesem Typ steigt das Lastmoment mit dem Quadrat der Drehzahl.

Zwischen Motor und Kompressor werden oft Antriebsriemen verwendet, doch auch Direktverbindungen über verschiedene Arten von Zahnverbindungen sind gängig. Manche Kompressoren werden mit reduzierter Last angelassen.

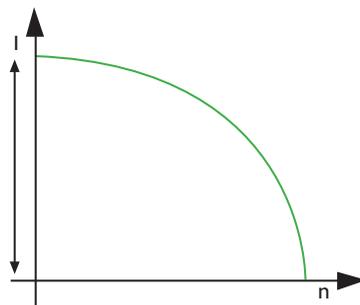
## Anlauf mit direktem Einschalten

Kompressoren, die mit direktem Einschalten anlaufen, sind starken mechanischen Belastungen des Kompressors selbst, aber auch der Antriebsriemen und Kupplungen ausgesetzt. Dies verkürzt die Lebensdauer. Wenn

Antriebsriemen verwendet werden, schlupfen diese beim Anlauf häufig durch. Das hohe Anlaufmoment beim Anlassen mit dieser Methode führt zu Problemen. Beim Anlauf mit direktem Einschalten ist der Anlaufstrom immer hoch. Normale Werte liegen etwa beim 7-fachen des Nennstroms des Motors.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



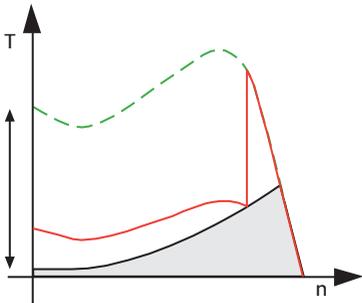
Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



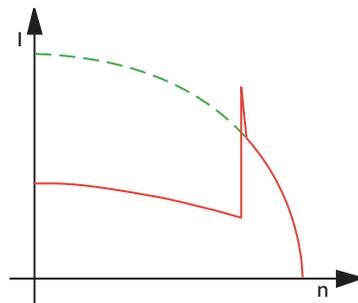
## Stern-Dreieck-Anlasser (Y-D)

Beim Stern-Dreieck-Anlauf erhält man ein geringeres Anlaufmoment und einen geringeren Anlaufstrom, doch der Motor ist beim Anlaufen zu schwach, um bis auf die Nenndrehzahl zu beschleunigen. Beim Umschalten zur Dreieckposition tritt eine hohe Übertragungsspitze und eine Stromspitze auf,

die zu starken mechanischen Belastungen führen. Kompressoren werden oft über längere Zeiträume ohne Last betrieben, wenn der Druck im System hoch ist. Ein Motor, der in diesem Zustand läuft, weist immer einen ungünstigen Leistungsfaktor und einen geringen Wirkungsgrad auf. Manchmal ist der Wert so gering, dass er kompensiert werden muss.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

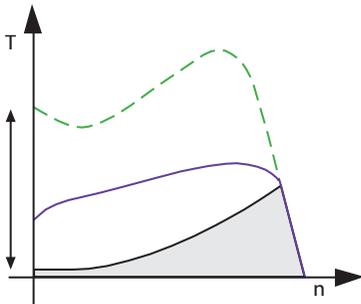


Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

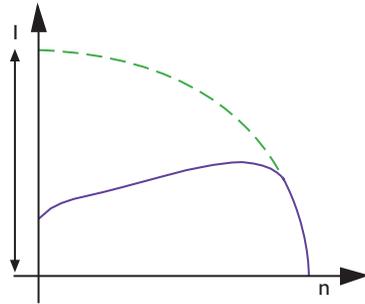


## Sanftanlasser

Durch die Verwendung eines ABB Sanftanlassers ist es möglich, das Anlaufmoment auf einen Wert zu begrenzen, der allen verschiedenen Anwendungen genügt. Dies bedeutet eine geringere Belastung der Kupplungen und Lager sowie kein Durchschlupfen der Riemen beim Anlaufen. Die Wartungskosten werden dadurch auf ein Minimum reduziert. Bei der Verwendung eines Sanftanlassers beträgt der erzielte Anlaufstrom etwa das 3- bis 4-fache des Nennstroms des Motors.



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



Stromkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



## Wahl eines geeigneten Sanftanlassers

### Normaler Anlauf

Bei Kompressoren mit einer Anlaufzeit beim Anlauf mit direktem Einschalten unter 5 Sekunden ist der Sanftanlasser gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

### Anlauf unter hoher Belastung

Bei Kompressoren mit einer Anlaufzeit beim Anlauf mit direktem Einschalten über 5 Sekunden ist ein Sanftanlasser für den Anlauf unter hoher Belastung gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

Es kann auch ein Sanftanlasser für normalen Anlauf verwendet werden. Wählen Sie dazu ein Gerät mit einer um eine Stufe höheren Nennleistung als der des Motors und ein Überlastrelais der Klasse 30.

### Empfohlene Grundeinstellungen:

Rampenzeit für Start: 10 s

Rampenzeit für Auslauf: 0 s

Anfangsspannung: 30 % (Kolbenkompressor)

40 % (Schraubenkompressor)



Anwendung mit Kompressor

**Förderbänder gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen und Anwendungen. Typisch ist ein konstantes Lastmoment mit niedrigem bis hohem Bremsmoment, abhängig davon, wie schwer das Band beladen ist.**

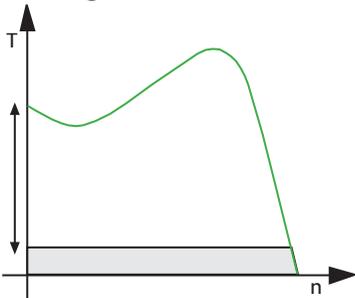
## Anlauf mit direktem Einschalten

Förderbänder benötigen oft ein Anlaufmoment, das sehr nahe beim Nenndrehmoment des Motors oder knapp darüber liegt. Ein Anlauf mit direktem Einschalten mit einem normalen Kurzschlussläufermotor liefert etwa das 1,5- bis 2,5-fache des Nennmoments des Motors, abhängig von der Motorgröße vom Typ usw. Bei einem Anlauf mit direktem Einschalten

ist die Gefahr des Durchschlupfs zwischen Riemen und Antriebsrolle durch das hohe Anlaufmoment sehr groß.

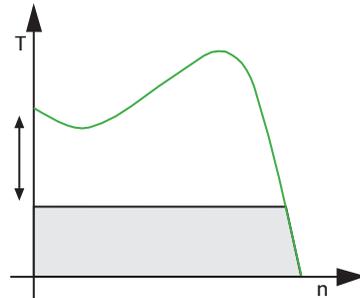
Getriebe und Kupplungen sind starken mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dies führt zu erheblichem Verschleiß und häufig zu hohen Wartungskosten. Manchmal werden Scheibenkupplungen zur Reduzierung des übertragenen Drehmoments verwendet. Diese Methode ist teuer und wartungsintensiv.

### Geringes Bremsmoment

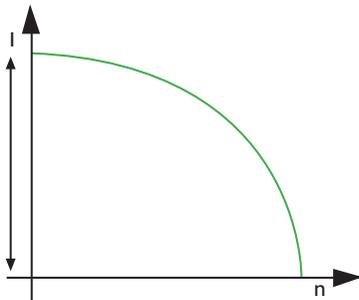


Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten

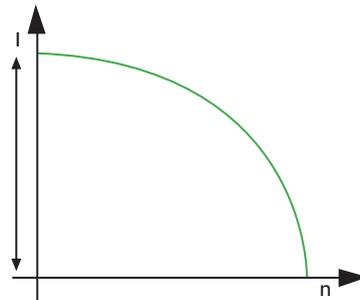
### Hohes Bremsmoment



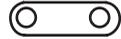
Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



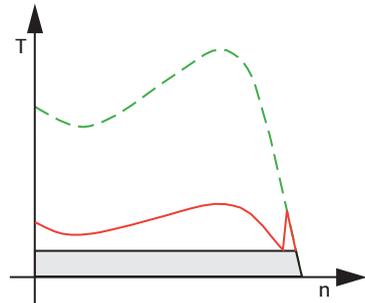
Stromkurve bei Anlauf mit direktem Einschalten



## Stern-Dreieck-Anlauf

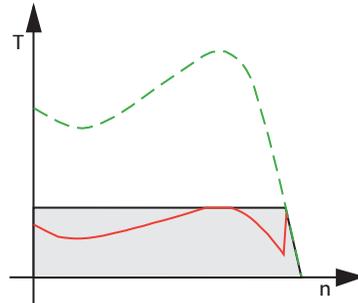
Diese Anlassmethode kann nicht verwendet werden, wenn das Lastmoment beim Anlaufen nahe dem Nenn Drehmoment des Motors liegt (siehe Abbildung unten unter Hohes Bremsmoment).

### Geringes Bremsmoment

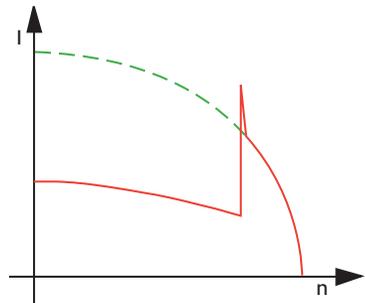


Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

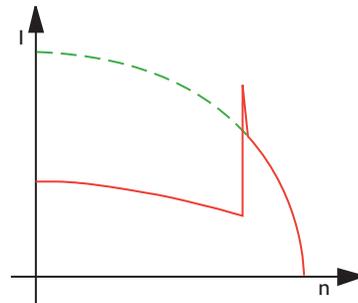
### Hohes Bremsmoment



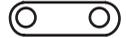
Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf



Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf



Stromkurve bei Stern-Dreieck-Anlauf

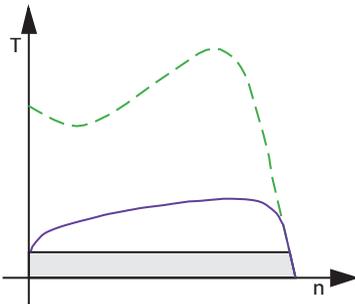


## Sanftanlasser

Durch die Verwendung eines ABB Sanftanlassers kann das Anlaufmoment auf einen Minimumwert reduziert werden, der zum Anlaufen des Förderbands noch ausreicht. Die Einstellungsmöglichkeiten des Sanftanlassers ermöglichen es, das Drehmoment genau auf den für das Anlaufen erforderlichen Wert einzustellen. Das Ergebnis ist eine

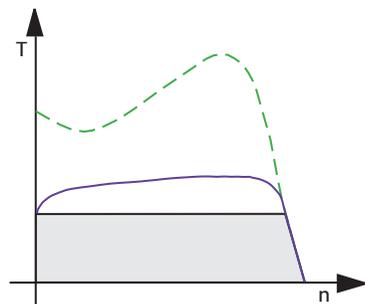
geringstmögliche Belastung der Getriebe und Kupplungen und kein Schlupf der Riemen beim Anlaufen. Dadurch werden die Wartungskosten auf ein Minimum reduziert. Bei der Verwendung eines Sanftanlassers wird beim Anlaufen etwa das 3- bis 4-fache des Nennstroms des Motors erzielt.

### Geringes Bremsmoment

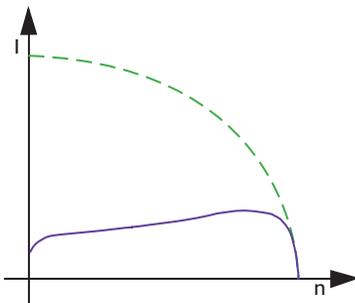


Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers

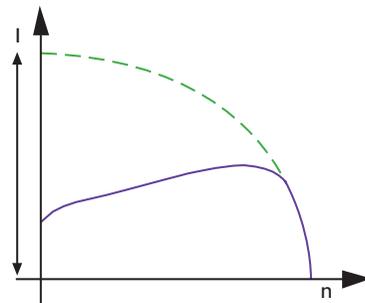
### Hohes Bremsmoment



Drehmoment-/Drehzahlkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



Stromkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



Stromkurve bei Verwendung eines Sanftanlassers



## Wahl eines geeigneten Sanftanlassers

### Normaler Anlauf

Das Anlaufen eines kurzen und leicht beladenen Förderbands ist eine typische Situation eines normalen Anlaufs.

Bei Förderbändern mit einer Anlaufzeit beim Anlauf mit direktem Einschalten unter 5 Sekunden ist der Sanftanlasser gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

### Anlauf unter hoher Belastung

Manchmal sind Förderbänder sehr lang. Wenn das Band beim Anlassen voll beladen ist, kann die Anlaufzeit sehr lang sein. Bei einer derartigen Anwendung ist ein Sanftanlasser für den Anlauf unter hoher Belastung auszuwählen. Es kann auch ein Sanftanlasser für normalen Anlauf

verwendet werden, wenn der Sanftanlasser mit einer um eine Stufe höheren Nennleistung als der des Motors gewählt und ein Überlastrelais der Klasse 30 verwendet wird.

### Empfohlene Grundeinstellungen:

Rampenzeit für Start: 10 s

Rampenzeit für Auslauf: 0 s.

(Bei zerbrechlichem Material 10 s verwenden)

Anfangsspannung: 40 %



Anwendung mit Förderband

# Auswahl eines geeigneten Sanftanlassers für verschiedene Anwendungen

Normalerweise kann ein Sanftanlasser gemäß der Nennleistung des Motors verwendet werden. In manchen Fällen ist es erforderlich, abhängig von den Anlassenanforderungen (Anlauf unter hoher Belastung, viele Anlaufvorgänge / Std. usw.) einen größeren Sanftanlasser als gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen. Die Anlassenleistung eines Sanftanlassers hängt wesentlich von der Thyristorkapazität und den Kühlrippen ab.

Die folgende Tabelle kann zur Auswahl eines Sanftanlassers verwendet werden, wenn eine Kurzübersicht gewünscht wird und sichergestellt werden soll, dass die Größe für die betreffende Anwendung ausreicht. Diese Auswahl liefert keine optimierte Lösung.

Ist eine optimierte Lösung erforderlich, kann das Softwareprogramm "ProSoft" zum Auswählen von Sanftanlassern verwendet werden. Es ist unter [www.abb.com/lowvoltage](http://www.abb.com/lowvoltage) erhältlich.

## Kurzübersicht

### Normaler Anlauf

#### Typische Anwendungen

- »Bugstrahlruder
- »Kompressor
- »Aufzug
- »Kreiselpumpe
- »Förderband (kurz)
- »Rolltreppe

#### Auswahl

Der Sanftanlasser ist gemäß der Nennleistung des Motors auszuwählen.

Bei Geräten mit integriertem Überlastschutz  
Auslöseklasse 10 wählen.

### Anlauf unter hoher Belastung

#### Typische Anwendungen

- »Zentrifugalgebläse
- »Brechwerk
- »Mischer
- »Förderband (lang)
- »Mühle
- »Rührwerk

#### Auswahl

Sanftanlasser für den normalen Anlauf mit einer um eine Stufe höheren Nennleistung als der des Motors auswählen.

Sanftanlasser für den Anlauf unter hoher Belastung gemäß der Nennleistung des Motors auswählen.

Bei Geräten mit integriertem Überlastschutz Auslöseklasse 30 wählen.

*Bei über 6 Anlaufvorgängen / Std.*

*Ein um eine Stufe größeres Gerät als oben genannt auswählen.*



# *Beschreibung der Sanftanlasser*

## *- Konstruktion, Einstellungen und Signale*

Ein Sanftanlasser besteht im Allgemeinen aus einigen wenigen Hauptkomponenten wie Leiterplatte, Kühlrippen, Thyristoren, Lüfter und Gehäuse (aus Kunststoff oder Metall).

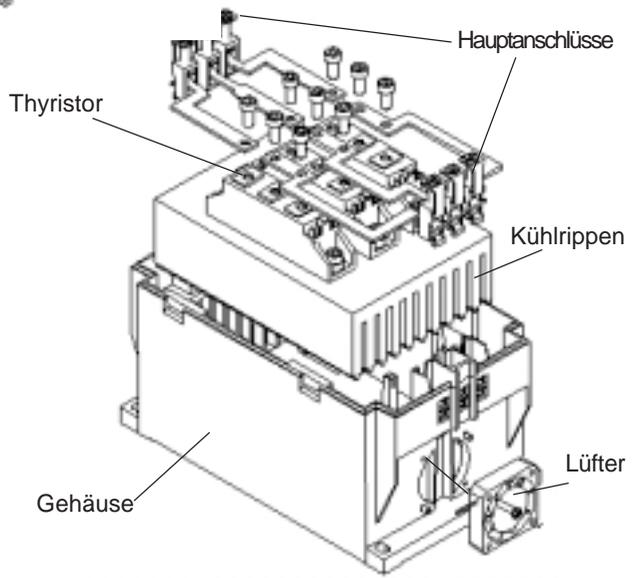
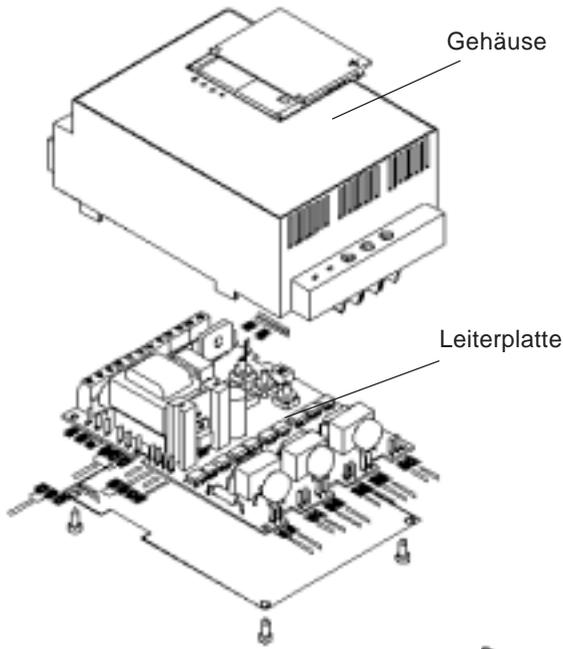
Die Steuerungsschaltung kann digital, analog oder in einer Kombination beider Bauformen ausgeführt sein. Das Ausgabesignalrelais kann als Typ mit fester Funktion oder frei programmierbar sein; beim letztgenannten Typ kann der Anwender die Ausgabefunktion festlegen.

Der Sanftanlasser verfügt manchmal über ein integriertes elektronisches Überlastrelais anstatt des normalerweise verwendeten herkömmlichen Bimetall-Relais.

Ein integriertes elektronisches Überlastrelais arbeitet wesentlich genauer als ein herkömmliches Relais, da die Werte elektronisch berechnet werden. Dies ist besonders im Aussetzbetrieb nützlich.

Der Bedarf an Kommunikation zwischen den verschiedenen Vorrichtungen eines Werks und von den Vorrichtungen zu einem Steuerpult wächst ständig. Viele moderne Sanftanlasser sind mit einem Anschluss für die Kommunikation ausgestattet. Dieser besteht normalerweise aus einigen Glasfaserkabeln und nicht mehr wie früher aus Hunderttausenden von Kabeln. Heutzutage gibt es viele verschiedene Kommunikationsprotokolle. Einige dieser Protokolle sind gängiger als andere, z. B. Modbus, Profibus, DeviceNet, Interbus-S, LON Works usw.

# Beschreibung verschiedener Komponenten



**Die Leiterplatte** dient der Steuerung der Zündung der Thyristoren anhand von Strom- und Spannungsreferenzwerten sowie der Berechnung verschiedener Werte wie z. B. des Leistungsfaktors, der Wirkleistung usw. Sie kann auch zum Speichern von Protokolldaten, dem Ereignisprotokoll, verwendet werden; dieses zeigt Trends an u. v. m.

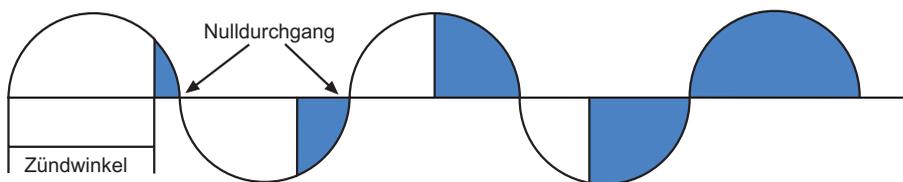
**Die Kühlrippen** werden zum Ableiten der Wärme verwendet, die beim Anlaufen und beim kontinuierlichen Betrieb im Sanftanlasser entsteht. Die Kapazität der Kühlrippen hängt stark von der Anlassleistung und dem Betriebsstrom des Sanftanlassers ab.

**Lüfter** werden zur Steigerung der Kühlleistung der Kühlrippen verwendet. Abhängig von der Größe und der Konstruktion werden ein, zwei oder mehr Lüfter verwendet. Manche kleineren Sanftanlasser verfügen nicht über Lüfter; bei ihnen ist die Anzahl der Anlassvorgänge u. U. eingeschränkt.

**Das Gehäuse** kann aus Kunststoff, Metall oder einer Kombination dieser Werkstoffe bestehen. Seine Funktion ist der Schutz der Bauteile vor mechanischen und elektrischen Beschädigungen. Es schützt die Bauteile auch vor Staub und Schmutz.

Zum umfassenden Schutz vor Staub und Schmutz ist oft ein separates Gehäuse erforderlich, da der Schutzgrad (IP-Klasse) des Geräts allein zu gering ist.

**Thyristoren** sind Halbleiterbauteile, die in Antiparallelschaltung angeschlossen und in zwei oder drei Phasen des Netzstromkreises platziert sind. Sie regeln (durch Anhebung oder Absenkung) die Spannung beim Anlaufen und Auslaufen (siehe Abbildung unten). Im kontinuierlichen Betrieb sind die Thyristoren voll leitend.



**Anlassen:** Die Thyristoren lassen zunächst einen Teil der Spannung durch und erhöhen dann den Wert gemäß der eingestellten Rampenzeit für den Anlauf.

**Auslaufen:** Die Thyristoren sind zunächst voll leitend. Beim sanften Auslaufen senken sie die Spannung gemäß der eingestellten Rampenzeit für den Auslauf ab.

Aus: Thyristor leitet nicht

Ein: Thyristor leitet

## Gängige Einstellungen

Dieser Abschnitt enthält eine Kurzbeschreibung gängiger Einstellungsparameter, die bei den meisten Sanftanlassern verfügbar sind. Andere Einstellungen sind nur bei bestimmten Sanftanlassern abhängig vom Typ und Hersteller verfügbar. Die Einstellung kann über Potentiometer, Dip-Schalter, eine Tastatur, einen Computer o. ä. vorgenommen werden.

### Die Rampenzeit für Start ist

die Zeit, ab der der Sanftanlasser die Rampe startet (Anfangsspannung), bis die volle Spannung erreicht ist. Die Rampenzeit sollte nicht zu lang sein, da dies zu unnötiger Erwärmung des Motors und der Gefahr führt, dass das Überlastrelais auslöst. Wenn der Motor ohne Last ist, ist die Anlaufzeit des Motors wahrscheinlich kürzer als die eingestellte Rampenzeit; wenn der Motor stark belastet ist, wird die Anlaufzeit wahrscheinlich länger.

### Die Rampenzeit für Auslauf

wird verwendet, wenn ein sanftes Auslaufen des Motors erforderlich ist, z. B. bei einer Pumpe

oder einem Förderband. Die Rampenzeit für den Auslauf ist die Zeit von der vollen Spannung bis zum Erreichen der Stop-Spannung (Anfangsspannung). Wenn die Rampenzeit auf Null gesetzt wird, entspricht der Auslauf dem direkten Anhalten.

### Anfangsspannung

Dies ist der Punkt, von dem ab der Sanftanlasser die Rampen startet oder stoppt. Das Drehmoment des Motors nimmt mit dem Quadrat der Spannung ab. Wenn die Spannung zu gering, z. B. auf 20 %, eingestellt ist, beträgt das Anlaufmoment nur  $0,2^2 = 0,04 = 4 \%$ , und der Motor läuft überhaupt nicht an. Daher ist es sehr wichtig, einen Wert zu finden, der gerade groß genug ist, dass der Motor direkt anläuft, damit keine unnötige Erwärmung auftritt.

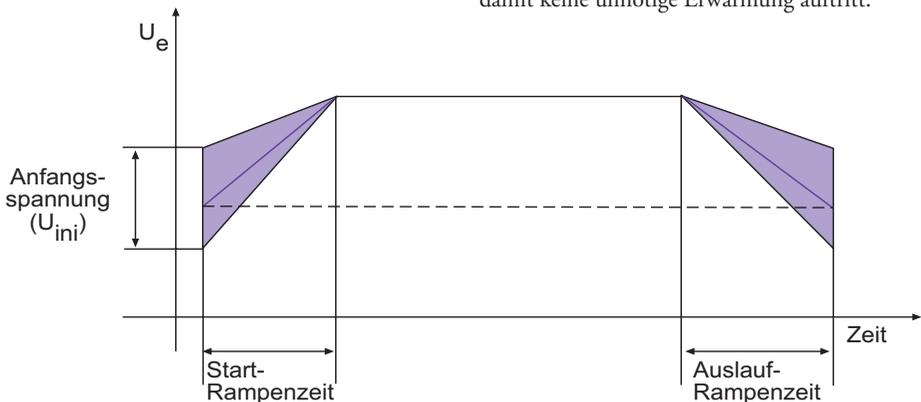
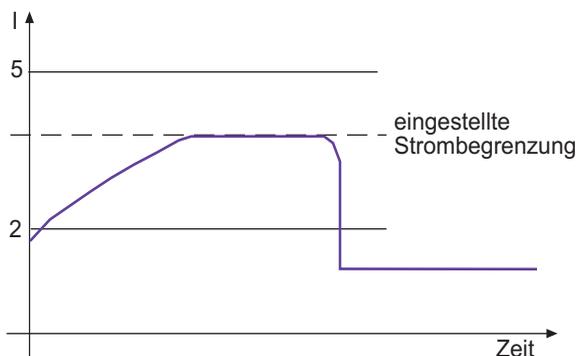
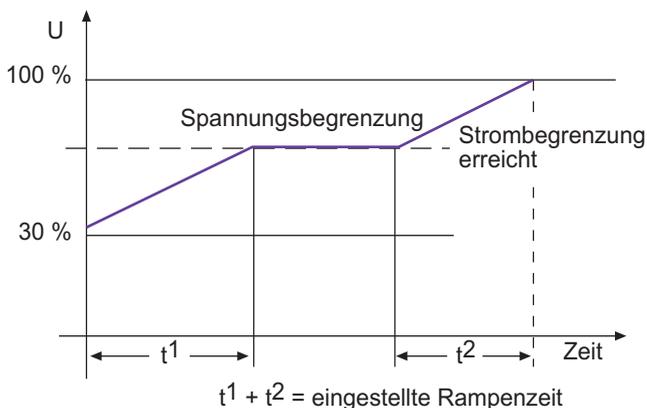


Schaubild der Rampenzeit für Start, Rampenzeit für Auslauf und Anfangsspannung

**Die Strombegrenzung** kann bei Anwendungen verwendet werden, bei denen ein begrenzter Anlaufstrom erforderlich ist, oder bei einem Anlauf unter hoher Belastung, wenn es schwierig ist, einen perfekten Anlauf nur durch Einstellung der Anfangsspannung und der Rampenzeit für den Start zu erzielen. Wenn die Strombegrenzung erreicht ist, setzt der Sanftanlasser die Steigerung der Spannung

zeitweise aus, bis der Strom unter den eingestellten Grenzwert fällt; dann wird die Steigerung bis zur vollen Spannung fortgesetzt.

*Es ist zu beachten, dass diese Funktion nicht bei allen Sanftanlassern verfügbar ist.*



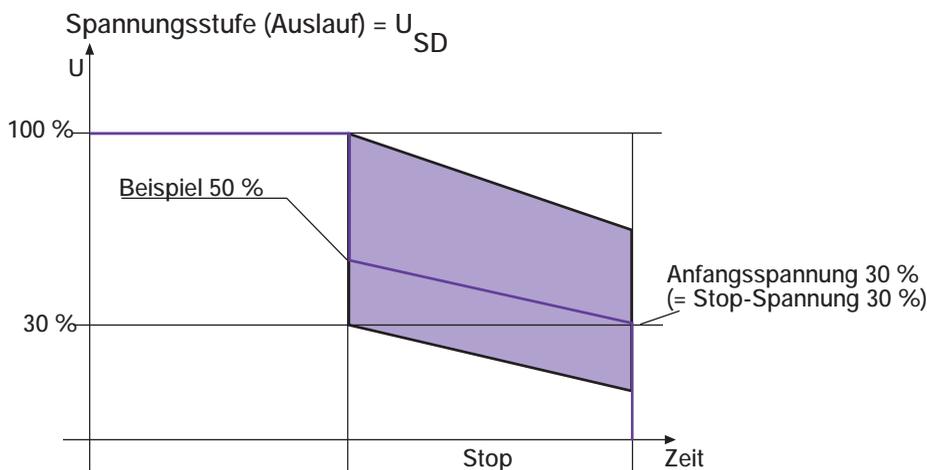
Strombegrenzungsfunktion bei der Verwendung von Sanftanlassern

## Die Spannungsstufe (Auslauf)

(Auslauf) liefert einen Spezialtyp der Rampenzeit für den Auslauf. Es ist möglich, die Spannung so anzupassen, dass sie auf einen Wert abfällt, bei dem die Motordrehzahl sich beim Befehl zum Auslaufen unmittelbar verringert. Bei gering belasteten Motoren verringert sich die Drehzahl erst, wenn eine sehr geringe Spannung erreicht ist. Durch die Verwendung der Funktion Spannungsstufe (Auslauf) kann dieses Phänomen vermieden werden; es eignet sich insbesondere für das Anhalten von Pumpen.

## Der einstellbare Nennstrom

ermöglicht es, den Nennstrom des verwendeten Motors am Sanftanlasser einzustellen. Diese Einstellung beeinflusst u. U. auch andere Werte, z. B. die Auslöseeinstellung des elektronischen Überlastrelais, die Einstellung der Strombegrenzungsfunktion usw.



Kurve der Funktion Spannungsstufe (Auslauf)

## Unterschiedliche Angaben

Die Angaben auf Sanftanlassern weichen bei unterschiedlichen Typen und Herstellern erheblich voneinander ab. Einige der gängigsten Angaben werden im Folgenden beschrieben.

**Ein** zeigt normalerweise an, dass die Stromversorgung am Sanftanlasser angeschlossen ist und dass das Gerät bereit ist, den Motor anzulassen.

**Rampenende (TOR = Top Of Ramp)** zeigt an, dass die Rampenzeit für den Start beendet und die volle Spannung erreicht ist.

Wenn ein Bypass Schütz verwendet wird, wird es zu diesem Zeitpunkt aktiviert.

**Fehler** Angabe kann verschiedener Art sein: z. B. wenn ein interner Fehler am Sanftanlasser selbst, ein Fehler auf der Speisungsseite (Phasenverlust, durchgebrannte Sicherung o. ä.) oder auf der Motorseite (Motor nicht

angeschlossen, Phase fehlt usw.) vorliegt.

**Überlast** zeigt an, dass der Überlastschutz ausgelöst wurde. Der Grund für ein Auslösen des Überlastschutzes kann ein zu hoher Motorstrom, eine zu lange Anlaufzeit, zu viele Anläufe nacheinander, ein falsch eingestellter Überlastschutz, eine falsche Auslöseklasse des Überlastschutzes oder eine Kombination dieser Ursachen sein.

**Übertemperatur** zeigt an, dass der Sanftanlasser aufgrund einer Überschreitung der Anzahl der Anlassvorgänge, eines zu großen Stroms, einer zu langen Anlaufzeit o. ä. überhitzt ist.

# Verschiedene Spannungen

Bei Sanftanlassern werden Spannungen mit verschiedenen Bezeichnungen verwendet. Die Bezeichnung und die Verwendung dieser verschiedenen Spannungen gemäß der IEC-Norm wird im Folgenden aufgeführt.

## Hauptspannung ( $U_e$ ),

Dies ist die Speisespannung des Motors sowie die Spannung, die am Hauptschaltkreis (Thyristoren) im Sanftanlasser anliegt. Normale Werte liegen zwischen 200 - 690 V.

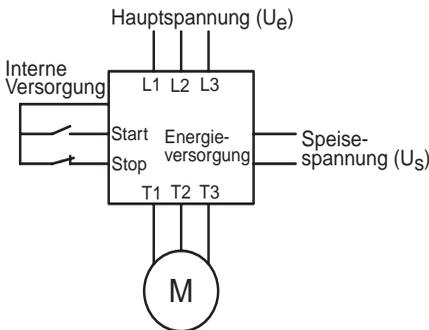
## Speisespannung ( $U_s$ ),

Dies ist die Spannung, mit der die elektronischen Bauteile des Sanftanlassers gespeist werden, z. B. die Leiterplatte. Gängige Werte sind 110 - 120 V bzw. 220 - 240 V.

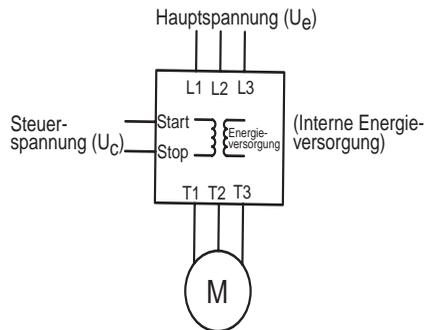
## Steuerspannung ( $U_c$ ),

Dies ist die Spannung, mit der der Anlauf- und Auslaufbefehl des Sanftanlassers gesteuert wird. Die Werte liegen zwischen 24 - 480 V.

40



Hauptspannung und Speisespannung eines Sanftanlassers



Hauptspannung und Steuerspannung eines Sanftanlassers

# Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur ist die mittlere Temperatur im Umfeld des Sanftanlassers über einen Zeitraum von 24 Stunden. Bei den meisten Typen von Sanftanlassern darf die Temperatur 40 °C nicht überschreiten, ohne dass der Betriebsstrom des Gerätes abgesenkt wird.

Die maximale Umgebungstemperatur während des Betriebs ist bei verschiedenen Typen von Sanftanlassern unterschiedlich. Sie muss jeweils einzeln gemäß den Angaben des Herstellers überprüft werden.

Bei der Verwendung eines ABB Sanftanlassers bei einer Umgebungstemperatur von über 40 °C kann folgende Formel zur Berechnung des Betriebsstroms verwendet werden:

$$I_e \text{ abgesenkt} = I_e - (\Delta T \times I_e \times 0,008)$$

$I_e$  abgesenkt = maximaler Betriebsstrom nach Absenkung

$I_e$  = Nennstrom des Sanftanlassers

$\Delta T$  = Temperaturdifferenz

0,008 = Absenkungsfaktor

## Beispiel 1

Nennstrom: 105 A

Umgebungstemperatur: 48 °C

Absenkung um 0,8 % pro °C über 40 °C (PS S 18...300)

$$\Delta T = 48 - 40 \text{ °C} = 8 \text{ °C}$$

$$\text{Neuer Strom} = I_e - (\Delta T \times I_e \times 0,008) = 105 - (8 \times 105 \times 0,008) = 98,2 \text{ A}$$

## Beispiel 2

Nennstrom: 300 A

Umgebungstemperatur: 46 °C

Absenkung um 0,8 % pro °C über 40 °C (PS S 18...300)

$$\Delta T = 46 - 40 \text{ °C} = 6 \text{ °C}$$

$$\text{Neuer Strom} = I_e - (\Delta T \times I_e \times 0,008) = 300 - (6 \times 300 \times 0,008) = 285,6 \text{ A}$$

# Absenkung beim Einsatz in großer Höhe

Wenn ein Sanftanlasser in großen Höhen verwendet wird, muss der Nennstrom des Geräts aufgrund der geringeren Kühlung abgesenkt werden. Bei den meisten Herstellern gelten die Katalogwerte bis zu 1000 m über dem Meer, ohne dass eine Absenkung erforderlich ist.

In manchen Fällen ist ein größerer Sanftanlasser erforderlich, um beim Einsatz auf großer Höhe mit dem Motorstrom zurechtzukommen.

Bei ABB Sanftanlassern kann die Absenkung mit folgender Formel berechnet werden:

$$\% \text{ von } I_e = 100 - \frac{x - 1000}{150}$$

$x$  = wahre Höhe des Sanftanlassers

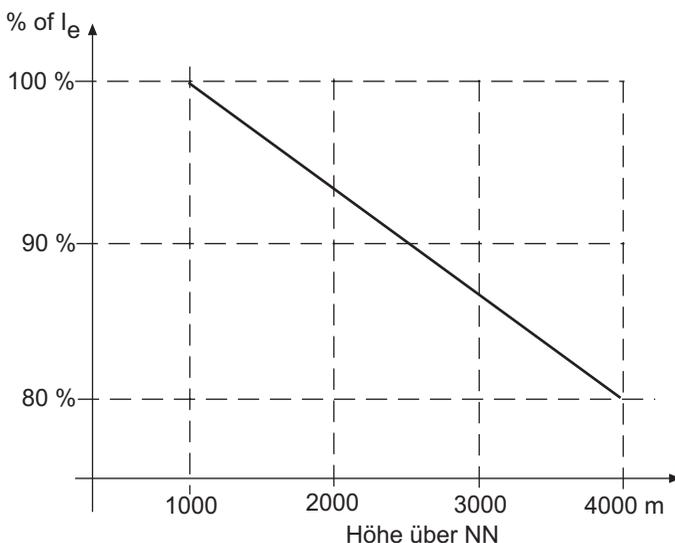
## Beispiel:

Sanftanlasser mit Nennstrom 300 A wird auf 2500 m über dem Meer verwendet.

$$\begin{aligned} \% \text{ von } I_e &= 100 - \frac{2500 - 1000}{150} = \\ &= 100 - \frac{1500}{150} = 90 \end{aligned}$$

$$I_e = 300 \times 0,9 = 270 \text{ A}$$

Das folgende Schaubild kann ebenfalls zur Bestimmung der Absenkung des Sanftanlassers verwendet werden.



Absenkung des Nennstroms des Motors in großer Höhe

# Anlassen mehrerer Motoren

Bei manchen Anwendungen werden mehrere Motoren mit einem Sanftanlasser angelassen, wobei dies parallel oder nacheinander erfolgen kann. Oft ist dies möglich, doch einige Daten müssen berücksichtigt werden.

## Paralleles Anlassen von Motoren

Wenn ein Sanftanlasser zum Anlassen mehrerer Motoren gleichzeitig (paralleles Anlassen) verwendet wird, sind zwei wichtige Parameter zu überprüfen:

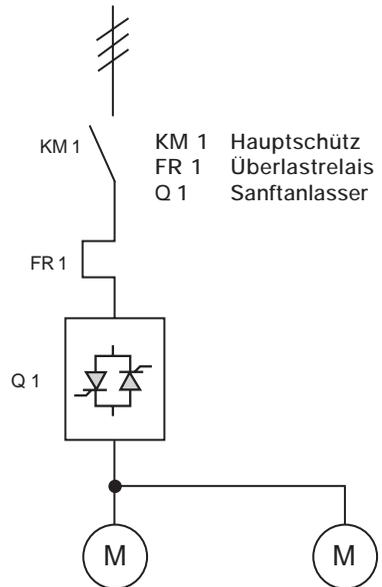
1. Der Sanftanlasser muss für den Nennstrom aller Motoren zusammen ausgelegt sein.
2. Der Sanftanlasser muss für den Anlaufstrom aller Motoren zusammen ausgelegt sein, bis die Nenndrehzahl erreicht ist.

**Achtung!** Wenn für den Sanftanlasser ein Bypass Schütz verwendet wird, muss nur der o. g. Punkt 2 berücksichtigt werden.

### Beispiel:

Anlassen von zwei Motoren mit  $I_e = 100 \text{ A}$  und einem relativen Anlaufstrom von  $4 \times I_e$ . Die Anlaufzeit beträgt 10 Sekunden. Der gesamte Anlaufstrom beträgt  $100 \times 4 \times 2 = 800 \text{ A}$  über eine Zeit von 10 Sekunden.

Beachten Sie das Diagramm der Anlassleistung des Sanftanlassers, um die ausgewählte Größe zu überprüfen.



Paralleles Anlassen von Motoren mit einem Sanftanlasser

## Sequentielles Anlassen von Motoren

Wenn ein Sanftanlasser zum Anlassen mehrerer Motoren nacheinander (sequentielles Anlassen) verwendet wird, ist es wichtig zu prüfen, dass der Sanftanlasser für den Anlaufstrom der einzelnen Motoren während des gesamten Anlaufvorgangs ausgelegt ist.

### Beispiel:

Anlassen von drei Motoren mit  $I_e=100\text{ A}$  und einem relativen Anlaufstrom von  $4 \times I_e$ .

Die Anlaufzeit der Motoren beträgt:

Motor 1 = 5 Sekunden

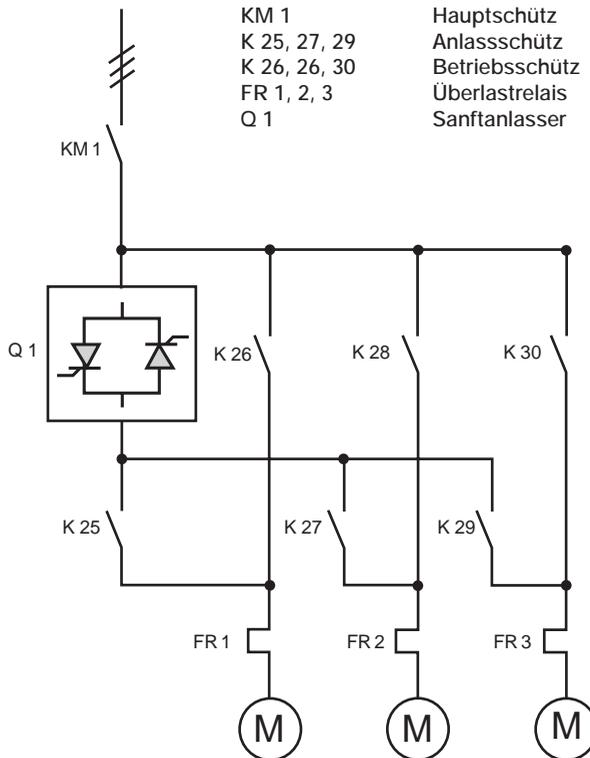
Motor 2 = 10 Sekunden

Motor 3 = 8 Sekunden

Der Anlaufstrom der Motoren beträgt  $100 \times 4 = 400\text{ A}$ , die gesamte Anlaufzeit beträgt  $5 + 10 + 8 = 23\text{ Sekunden}$ .

Beachten Sie das Diagramm der Anlassleistung des Sanftanlassers, um die ausgewählte Größe zu überprüfen.

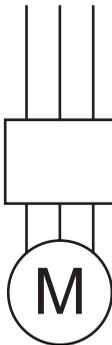
**Achtung! Es ist nicht möglich, die Anlaufzeit der einzelnen Motoren zu addieren, wenn der Nennstrom der einzelnen Motoren differiert. Für solche Anwendungen muss eine separate Berechnung durchgeführt werden.**



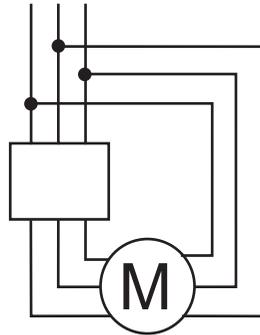
Sequentielles Anlassen von Motoren mit einem Sanftanlasser

# Verschiedene Anschlussarten des Sanftanlassers

Es gibt zwei verschiedene Arten, den Sanftanlasser anzuschließen: in In-Line-Schaltung, der gängigsten Methode, und in Dreieckschaltung. Beachten Sie, dass nicht alle Arten von Sanftanlassern in Dreieckschaltung angeschlossen werden können, z. B. die Serie der ABB Sanftanlasser PS S 18/30...300/515.



In-Line-Schaltung



Dreieckschaltung

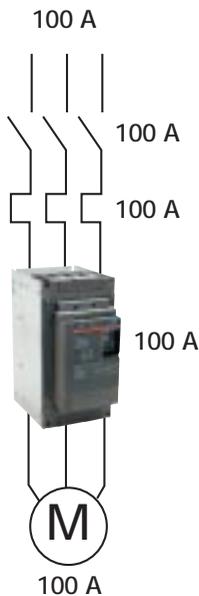
## In-Line-Schaltung

Dies ist bei weitem die gängigste Methode für den Anschluss des Sanftanlassers.

Alle drei Phasen sind gemäß folgendem Schaubild in Reihe mit dem Überlastrelais, dem Hauptschütz und anderen Vorrichtungen geschaltet.

Die Geräte für die In-Line-Schaltung müssen so gewählt werden, dass sie für den Nennstrom des Motors ausgelegt sind.

**Beispiel:** Ein 100 A-Motor erfordert einen 100 A- Sanftanlasser, einen 100 A- Hauptschütz usw.



Sanftanlasser in In-Line-Schaltung mit dem Motor

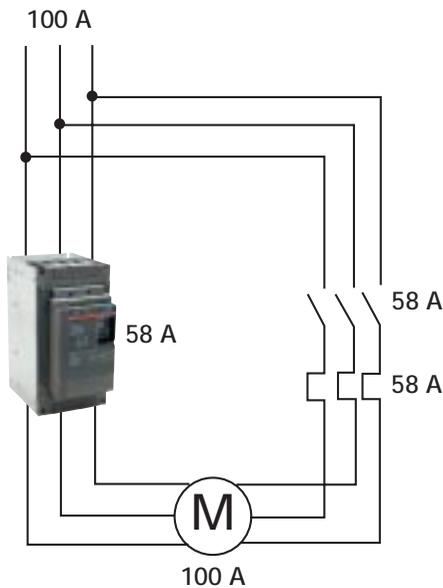
## Dreieckschaltung

Die Dreieckschaltung ermöglicht es, den Sanftanlasser in den Dreieckstromkreis zu schalten. Auf diese Weise kann ein vorhandener Stern-Dreieck-Anlasser auf einfache Weise durch einen Sanftanlasser ersetzt werden.

Wenn der Sanftanlasser sich in Dreieckschaltung befindet, ist er nur 58 % ( $1/\sqrt{3}$ ) des In-Line-Stroms ausgesetzt. Daher ist es möglich, kleinere Geräte zu verwenden und so eine kostengünstigere Lösung zu erzielen.

**Beispiel:** Ein 100 A-Motor erfordert im Dreieckstromkreis einen 58 A-Sanftanlasser, einen 58 A-Hauptschütz usw.

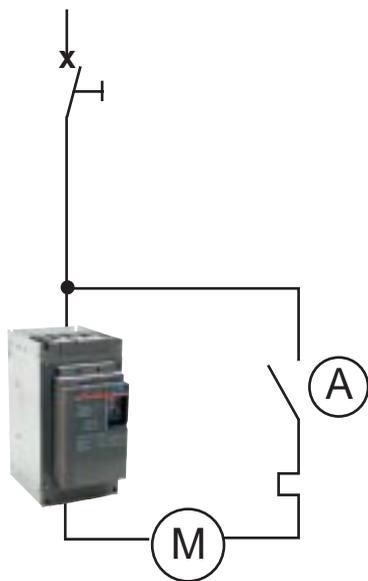
Ein Motor, der in Verbindung mit einer Dreieckschaltung verwendet wird, muss im kontinuierlichen Betrieb in Dreieckschaltung angeschlossen werden können. In den USA und in einigen anderen Ländern muss für diese Art des Anschlusses ein spezieller Motor mit sechs Anschlüssen verwendet werden.



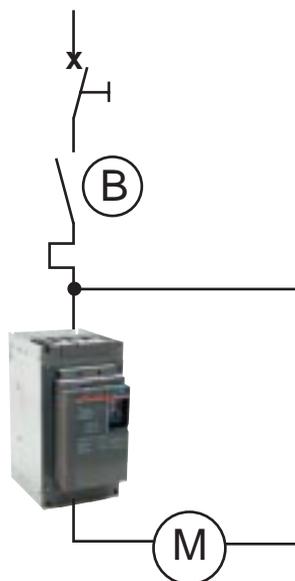
Sanftanlasser in Dreieckschaltung

## Position des Hauptschützes

Bei der Verwendung eines Sanftanlassers in Dreieckschaltung gibt es zwei Möglichkeiten für den Anschluss des Hauptschützes: im Dreieckstromkreis oder außerhalb. Bei beiden Positionen hält der Motor, doch bei Alternative A gilt der Motor noch als unter Spannung. Bei Alternative B muss das Hauptschütz gemäß dem Nennstrom des Motors gewählt werden, während der Schütz in Alternative A gemäß 58 % ( $1/\sqrt{3}$ ) des Nennstroms gewählt werden kann.



Alternative A  
Hauptschütz im Dreieckstromkreis



Alternative B  
Hauptschütz außerhalb des Dreieckstromkreises



# Grundeinstellungen für verschiedene Anwendungen

Die erforderlichen Einstellungen des Sanftanlassers hängen von der jeweiligen Anwendung sowie von der Art der Belastung, den Motoreigenschaften, der Größe der Last des Motors usw. ab.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Einstellungen findet sich im Kapitel “Beschreibung der Sanftanlasser”.

***Achtung! Alle Einstellungen auf der folgenden Seite sind lediglich Vorschläge. Sie können je nach gewünschter Anwendung abweichen und sind daher einzeln zu überprüfen.***

## Einstellungen bei Verwendung eines Sanftanlassers ohne Strombegrenzungsfunktion

Art der Belastung	Rampenzeit für Start (s)	Rampenzeit für Auslauf (s)	Anfangsspannung $U_{ini}$
Bugstrahlruder	10	0	30 %
Zentrifugalgebläse	10	0	30 %
Kreiselpumpe	10	20	30 %
Zentrifuge	10	0	40 %
Förderband	10	0 <sup>1)</sup>	40 %
Brechwerk	10	0	60 %
Rolltreppe	10	0	30 %
Wärmepumpe	10	20	30 %
Hydraulikpumpe	10	0	30 %
Hebezeug	10	10	60 %
Mühle	10	0	60 %
Kolbenkompressor	10	0	30 %
Einankerumformer	10	0	30 %
Kratzer	10	10	40 %
Schraubenkompressor	10	0	40 %
Förderschnecke	10	10	40 %
Rührwerk, Mischer	10	0	60 %
Unbelasteter Motor	10	0	30 %

1) Bei zerbrechlichem Material 10 s verwenden.

## Einstellungen bei Verwendung eines Sanftanlassers mit Strombegrenzungsfunktion

Art der Belastung	Rampenzeit für Start (s)	Rampenzeit für Auslauf (s)	Anfangsspannung U <sub>ini</sub>	Strombegrenzung (x I <sub>e</sub> )
Bugstrahlruder	10	0	30 %	3
Zentrifugalgebläse	10	0	30 %	4
Kreiselpumpe	10	20	30 %	3.5
Zentrifuge	10	0	40 %	4.5
Förderband	10	0 <sup>1)</sup>	40 %	4
Brechwerk	10	0	60 %	5
Rolltreppe	10	0	30 %	3.5
Wärmepumpe	10	20	30 %	3.5
Hydraulikpumpe	10	0	30 %	3.5
Hebezeug	10	10	60 %	4
Mühle	10	0	60 %	5
Kolbenkompressor	10	0	30 %	4
Einankerumformer	10	0	30 %	3
Kratzer	10	10	40 %	4.5
Schraubenkompressor	10	0	40 %	4
Förderschnecke	10	10	40 %	4
Rührwerk, Mischer	10	0	60 %	5
Unbelasteter Motor	10	0	30 %	2.5

1) Bei zerbrechlichem Material 10 s verwenden.

# Anlassleistung und Überlastschutz

## Anlassleistung für Sanftanlasser

Beim Anlassen eines Kurzschlussläufermotors ist der Anlaufstrom ( $I_{st}$ ) immer größer als der Nennstrom des Motors.

Der Anlaufstrom hängt von der verwendeten Anlassmethode und in manchen Fällen auch von der Größe des Motors ab, insbesondere beim Anlauf mit direktem Einschalten.

Ein normaler Wert bei einem Sanftanlasser ist das 3- bis 4-fache des Nennstroms des Motors.

Anwendungen mit hoher Belastung erfordern normalerweise einen Anlaufstrom, der zwischen dem 4- und 5-fachen des Nennstroms des Motors beträgt.

Der höchstzulässige Anlaufstrom eines Sanftanlassers hängt von der Anlaufzeit ab. Das Verhältnis zwischen Strom und Zeit wird im folgenden Schaubild dargestellt.

Ein höherer Anlaufstrom ergibt eine kürzere mögliche Anlaufzeit, z. B. bei einer Anwendung für ein Brechwerk. Ein geringerer Strom gestattet eine längere Anlaufzeit, z. B. bei einer Anwendung für eine Pumpe.

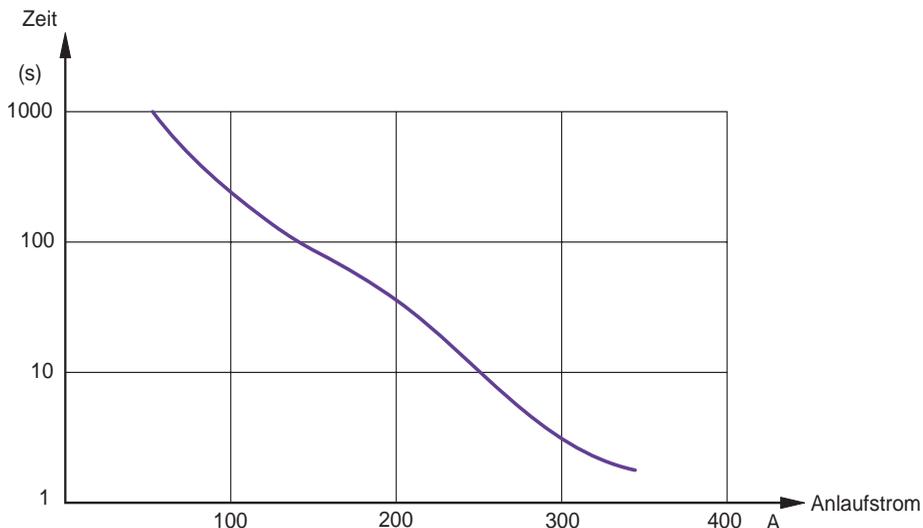
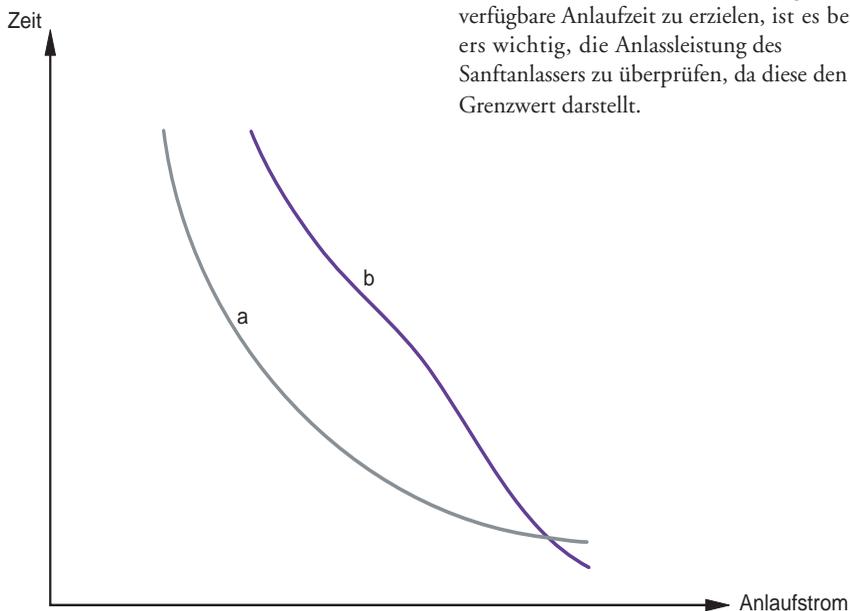


Schaubild der typischen Anlassleistung eines Sanftanlassers

## Anlassleistung bei Verwendung eines Bypass Schützes

Bei Verwendung eines Sanftanlassers mit einem Bypass Schütz ist es manchmal möglich, einen Sanftanlasser mit einer geringeren Nennleistung als der des Motors zu verwenden, da der Sanftanlasser nur während des An- und Auslaufens, also nicht permanent in Betrieb ist.

Der Sanftanlasser hält dem Nennstrom des Motors nicht stand. Daher muss die Anlassleistung für die ausgewählte Größe überprüft werden.



a) Auslösekurve des Überlastschutzes

b) Max. Anlassleistung eines Sanftanlassers (diese begrenzt die Anlaufzeit / den Anlaufstrom, wenn der Überlastschutz beim Anlaufen überbrückt wird)

## Anlassleistung bei Verwendung von Überlastschutz

Der Überlastschutz des Motors (thermisch oder elektronisch) bestimmt häufig die Grenzen der Anlassleistung. Ein Relais der Klasse 10 wird im Allgemeinen für normalen Anlauf verwendet; ein Relais der Klasse 30 wird beim Anlauf unter hoher Belastung verwendet, bei dem eine längere Anlaufzeit verwendet werden muss.

Bei manchen Anwendungen, bei denen der Überlastschutz beim Anlaufen überbrückt ist (anderer Schutz aktiv), um eine längere verfügbare Anlaufzeit zu erzielen, ist es besonders wichtig, die Anlassleistung des Sanftanlassers zu überprüfen, da diese den Grenzwert darstellt.

# Anzahl der Anlassvorgänge pro Stunde

Die Höchstzahl der Anlassvorgänge / Std. eines Sanftanlassers hängt von mehreren Faktoren ab, z. B. vom Anlaufstrom, der Umgebungstemperatur, der Anlaufzeit und vom Intermittenzfaktor.

## Intermittenzfaktor

Der Intermittenzfaktor gibt an, wie lange der Sanftanlasser im Vergleich zur gesamten Taktzeit gelaufen ist (Anlaufzeit und Betriebszeit).

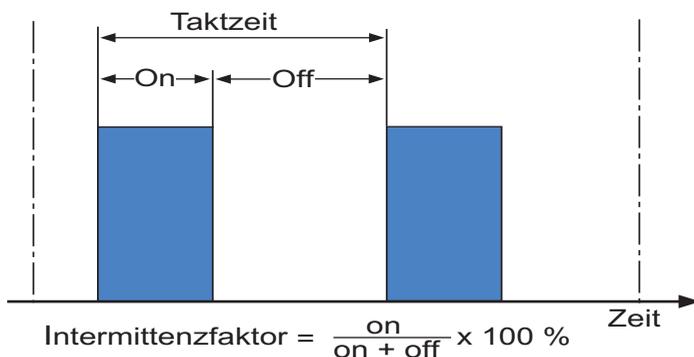
Zur Bestimmung der Anzahl der Anlassvorgänge / Std. ist es wichtig, den Intermittenzfaktor festzulegen, da die Zeit im ausgeschalteten Zustand die Abkühlzeit des Sanftanlassers ist.

Ein hoher Anlaufstrom und eine lange Anlaufzeit erfordern bei derselben Anzahl der Anlassvorgänge / Std. eine längere Zeit im ausgeschalteten Zustand als ein geringer Anlaufstrom und eine kurze Anlaufzeit.

## Beispiele:

Wenn ein Sanftanlasser fünf Minuten eines Gesamtarbeitstakts von 10 Minuten gelaufen ist, beträgt der Intermittenzfaktor 50 % Zeit im eingeschalteten Zustand und 50 % Zeit im ausgeschalteten Zustand.

Wenn ein Sanftanlasser 45 Minuten eines Gesamtarbeitstakts von 60 Minuten gelaufen ist, beträgt der Intermittenzfaktor 75 % Zeit im eingeschalteten Zustand und 25 % Zeit im ausgeschalteten Zustand.



# Oberwellen

**Oberwellen sind unerwünschte Spannungen und Ströme, die heute in fast jedem elektrischen System auftreten. Es handelt sich dabei immer um Vielfache der Nennfrequenz.**

**Typische Oberwellen liegen beim 3-, 5-, 7-, 9-fachen der Nennfrequenz usw. Die Oberwellen tragen zur unnötigen Erwärmung von Motoren, Kabeln und anderen Geräten bei und können die Lebensdauer dieser Geräte beeinträchtigen, wenn sie diesen längere Zeit ausgesetzt sind.**

**Sie können manchmal auch Funktionen der Elektronik und der Systeme stören. Der Inhalt und die Stärke der Oberwellen hängt neben verschiedenen anderen Parametern, wie der Impedanz des Speisungsnetzes, dem Motor, den Kondensatoren und anderen Geräten des Gesamtsystems, natürlich auch von der Quelle ab. Es handelt sich also um ein sehr komplexes Phänomen.**

## Inhalt der Oberwellen und Sanftanlasser

Die Frage des Inhalts von Oberwellen bei Anwendungen mit Sanftanlassern ist im Allgemeinen jedoch völlig irrelevant. Diese Reflexionen stammen normalerweise von Antriebsanwendungen, bei denen Oberwellen kontinuierlich generiert werden und ein Filter in öffentlichen Netzen immer erforderlich ist und sehr häufig auch in Industrienetzen verwendet wird. Mit unseren Sanftanlassern erfüllen wir die Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit in Bezug auf die Emissionen und die Störsicherheit. Es sind in dieser Hinsicht folglich keinerlei besonderen Maßnahmen erforderlich.

# Explosive Umgebungen (Ex)

Bei Anlagen in einer Umgebung, in der aufgrund einer explosiven Mischung von Gasen, Explosivstoffen oder brennbarem Staub aus eigentlich nicht explosiven Stoffen Explosionsgefahr besteht, gelten besondere Bestimmungen in Bezug auf die Verwendung elektrotechnischer Materialien. Bei Elektromotoren gibt es zwei Hauptprinzipien für den Explosionsschutz. Das erste ist die Konstruktion des Motors, so dass keine Funken oder gefährlichen Hitzebildungen auftreten können. Die andere Methode ist die Isolierung von Funken und gefährlichen Hitzebildungen im Motor, um eine Entzündung etwaiger explosiver Gasgemische außerhalb des Motors zu verhindern.

Die verschiedenen Klassen des Explosionsschutzes (Ex) werden in folgenden Teilen von IEC 60079 beschrieben:

IEC 600079-1:	feuerfeste Gehäuse "d"
IEC 600079-2:	Druckgehäuse "p"
IEC 600079-5:	Pulverfüllung "q"
IEC 600079-6:	Ölkapselung "o"
IEC 600079-7:	erhöhte Sicherheit "e"
IEC 600079-11:	Eigensicherheit "i"
IEC 600079-18:	Vergusskapselung "m"
IEC 600079-22:	Kopfleuchten für den Bergbau, die Grubengas ausgesetzt sind (in Bearbeitung)

*Beispiel: Elektrische Geräte für explosive Umgebungen - Ölkapselung "o" wird gekennzeichnet als Exo.*

## Gefahrenzonen

Die Gefahrenzonen werden folgendermaßen kategorisiert:

### Zone 0

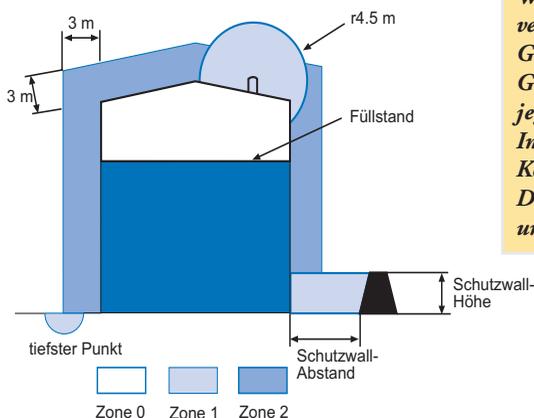
Bereich, in dem eine explosive Gasatmosphäre dauerhaft oder über längere Zeiträume vorhanden ist. In dieser Zone dürfen nur Schaltkreise mit Eigensicherheit der Kategorie Exi verwendet werden. Motoren sind folglich nicht zulässig.

### Zone 1

Bereich, in dem im normalen Betrieb mit einer explosiven Gasatmosphäre gerechnet werden muss. In dieser Zone dürfen Motoren der Kategorien Exd, Exe und Exp verwendet werden.

### Zone 2

Bereich, in dem im normalen Betrieb nicht mit einer explosiven Gasatmosphäre gerechnet werden muss; wenn eine solche Atmosphäre dennoch auftritt, ist sie nur kurzfristig vorhanden. Geräte, die in den Zonen 0 und 1 zulässig sind, können selbstverständlich



Beispiel für die Klassifizierung und Ausdehnung der Gefahrenzonen in einem Tank

verwendet werden. Unter bestimmten Bedingungen brauchen die Geräte, z. B. Motoren, keine explosionsgeschützte Konstruktion aufzuweisen.

## Position und Auswahl von Sanftanlassern für Ex-Umgebungen

Wenn ein Sanftanlasser für eine Ex-Anwendung verwendet wird, befindet er sich normalerweise in einem separaten Gehäuse außerhalb der Gefahrenzonen. Als Überlastrelais ist eine spezielle Ausführung für EEx-Motoren zu verwenden, z. B. TA 25 DU...V 1000 bis T 900 DU/SU...V 1000. Dieser Relaisstyp verfügt im Vergleich zum normalen Relais über eine präzisere Auslösekurve. Dieses Kriterium muss besonders beachtet werden.

Typ und Größe des Sanftanlassers und der anderen in dem Schaltkreis verwendeten Geräte werden gemäß der Koordinierung nach Typ 2 geeignet ausgewählt.

**Achtung!**  
 Wenn elektrische Geräte in Gefahrenzonen verwendet werden, muss ein spezielles Gehäuse verwendet werden. Diese Art des Gehäuses (Stahlgehäuse o. ä.) muss ohne jegliche Freisetzung einer Explosion im Innern standhalten, die durch beliebige Komponenten verursacht wurde. Diese Lösung ist im Allgemeinen sehr unüblich.

# Koordinierung

Unter Koordinierung versteht man eine ausgewählte Kombination elektrischer Geräte, die Sicherheit für die Umgebung und das Personal gewährleisten, auch wenn im System eine Überlast oder ein Fehler auftritt.

Die koordinierte Gruppe muss folgenden vier Grundfunktionen genügen:

- **Schutz gegen Überlast.** Schutz aller Komponenten, Kabel und des Motors vor Überhitzung, der bei allen Strömen bis zum Kurzschlussstrom aktiv ist. Dieses Gerät sendet ein Auslösesignal an eine Abschaltungsvorrichtung; dabei handelt es sich normalerweise um ein Schütz, das zur Motorsteuerung verwendet wird.
- **Motorsteuerung.** Diese Funktion wird normalerweise von einem Schütz ausgeführt.
- **Schutz gegen Kurzschlüsse** bei allen Strömen über dem Kurzschlussstrom - d. h. bei allen Fehlerströmen.
- **Isolierung.** Zur Sicherheit von Personen ist zu gewährleisten, dass ein isolierender Luftspalt vorhanden ist, wenn das Gerät geöffnet wird.

Die Koordinierung der ABB Sanftanlasser erfolgt nach IEC 60947-4-2 "Halbleiter-Motor-Steuergeräte und -Starter für Wechselspannungen" sowie EN 60947-4-2.

Die Bestimmungen von IEC 60947-1, Allgemeine Regeln, gelten für IEC 60947-4-2, wo dies ausdrücklich angegeben ist.

## Arten der Koordinierung

Die Norm IEC 60947-4-2 definiert zwei Arten der Koordinierung nach dem erwarteten Maß an Betriebskontinuität. Die Norm IEC 60947-1, Allgemeine Regeln, gilt für diese Norm, wo dies ausdrücklich angegeben ist.

### Typ 1:

Die Koordinierung erfordert, dass das Gerät bei Kurzschluss keine Gefahr für Personen oder Anlagen darstellt und nicht mehr in Betrieb gesetzt werden kann, ohne dass Teile repariert und ersetzt werden.

### Typ 2:

Die Koordinierung erfordert, dass das Gerät bei Kurzschluss keine Gefahr für Personen oder Anlagen darstellt und weiterhin genutzt werden kann. Bei Hybrid-Steuergeräten und -Startern bestehen beim Kontaktschweißen Gefahren; in diesem Fall nennt der Hersteller die zu ergreifenden Maßnahmen in Bezug auf die Wartung der Geräte.

#### ***Achtung!***

***Bei der Verwendung eines Sanftanlassers in einer Koordinierung des Typs 2 muss nach einem Kurzschluss das Ersetzen der Sicherungen und ein Neustart hingenommen werden. Für eine Koordinierung eines Sanftanlassers nach Typ 2 können nur Halbleitersicherungen verwendet werden.***

## Gebrauchskategorien

In der Norm IEC 60947-4-2, "Halbleiter-Motor-Steuergeräte und -Starter für Wechselspannungen", werden einige Gebrauchskategorien genannt. Die für ABB Niederspannungs-Sanftanlasser verwendete Kategorie ist AC-53.

Gebrauchskategorie	Typische Anwendung
AC-52a	Steuerung der Statorn von Schleifringmotoren: 8 Std. Betrieb mit Einschaltlastströmen für Start, Beschleunigung, Betrieb
AC-52b	Steuerung der Statorn von Schleifringmotoren: Aussetzbetrieb
AC-53a	Steuerung von Kurzschlussläufermotoren: 8 Std. Betrieb mit Einschaltlastströmen für Start, Beschleunigung, Betrieb
AC-53b	Steuerung von Kurzschlussläufermotoren: Aussetzbetrieb
AC-58a	Steuerung von Motoren für Hermetikkompressoren mit automatischer Rücksetzung von Überlastauslösern: 8 Std. Betrieb mit Einschaltlastströmen für Start, Beschleunigung, Betrieb
AC-58b	Steuerung von Motoren für Hermetikkompressoren mit automatischer Rücksetzung von Überlastauslösern: Aussetzbetrieb

### Bemerkungen

AC-53 ist die Gebrauchskategorie für Sanftanlasser im Allgemeinen, da es hier um die Steuerung von Kurzschlussläufermotoren geht. Dies ist die Kategorie, die in der Kopfzeile der Koordinierungstabellen für Sanftanlasser genannt wird.

Bei AC-53a geht es um Sanftanlasser, die zur Verwendung ohne Bypass Schütz konzipiert sind.

Bei AC-53b geht es um Sanftanlasser, die zur Verwendung mit Bypass Schütz konzipiert sind.

## Arten von Sicherungen

Im Wesentlichen gibt es auf dem Markt drei Arten von Sicherungen (siehe unten) mit unterschiedlichen Funktionen und Eigenschaften. Im Allgemeinen kann eine Sicherung einer bestimmten Art eine Sicherung einer anderen Art nicht ersetzen, ohne dass die anderen Schutzvorrichtungen im Stromkreis überprüft werden müssen, da die Schutzeigenschaften der verschiedenen Sicherungstypen voneinander abweichen. Wenn eine 100 A-Sicherung durch eine andere 100 A-Sicherung (derselben Leistungsgröße) ohne Berücksichtigung des Typs ersetzt wird, besteht die Gefahr, den Schutz zu verlieren, da der erste Typ u. U. sowohl Schutz gegen Kurzschlüsse und thermischen Schutz aufweist, während die Ersatzsicherung nur über Schutz gegen Kurzschlüsse verfügt.

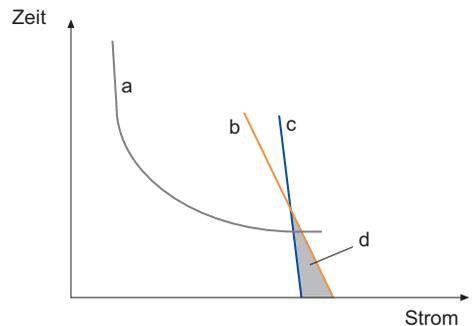
**gL/gG-Sicherungen** verfügen über eine Kombination aus dem Schutz gegen Kurzschlüsse und thermischem Überlastschutz ( $5s > 3,5 \times I_N$ ) von Kabeln.

Wenn diese Typen von Sicherungen in Verbindung mit einem Sanftanlasser verwendet werden, kann eine Koordinierung nach Typ 1 erzielt werden. Bei der Koordinierung nach Typ 2 müssen Halbleitersicherungen verwendet werden.

**aM-Sicherungen** verfügen nur über einen Schutz gegen Kurzschlüsse ( $5s > 9 \times I_N$ ); für den thermischen Überlastschutz ist eine separate Schutzvorrichtung erforderlich.

Wenn diese Typen von Sicherungen in Verbindung mit einem Sanftanlasser verwendet werden, kann eine Koordinierung nach Typ 1 erzielt werden. Bei der Koordinierung nach Typ 2 müssen Halbleitersicherungen verwendet werden.

**Halbleitersicherungen** (Schnellsicherungen) sind die einzige Art von Sicherungen, die bei Verwendung eines Sanftanlassers schnell genug für die Erzielung der vollen Koordinierung nach Typ 2 sind. Ein separates Überlastrelais für den Schutz des Motors ist in Verbindung mit dieser Art Sicherung immer erforderlich. Wenn die Halbleitersicherungen durch Sicherungs-Lasttrennschalter, manuelle Motoranlasser o. ä. ersetzt werden, wird stattdessen eine Koordinierung nach Typ 1 erzielt.



- a: Eigenschaften des Überlastrelais
- b: Eigenschaften einer gL/gG-Sicherung
- c: Eigenschaften einer Halbleitersicherung
- d: Bereich, in dem die gL/gG-Sicherung nicht schnell genug ist, eine Koordinierung nach Typ 2 zu erzielen

## Quellennachweis der Koordinierungstabellen

Die Koordinierungstabellen für Sanftanlasser finden sich im Internet auf der Seite [www.abb.com](http://www.abb.com) unter Low Voltage Products - Product Coordination. Bei der Auswahl des gewünschten Produkttyps, z. B. Sanftanlasser, wird die folgende Tabelle angezeigt.

U <sub>e</sub>	Hauptspannung für die Anwendung
I <sub>q</sub>	Nennwert des Kurzschlussstroms
Coor. Type	Art der Koordinierung
Starting type	Typ des Anlaufs: unter normaler oder hoher Belastung
SCPD type	Art der Schutzvorrichtung
Size kW	Nennleistungsbereich des Motors
Table	Name der Koordinierungstabelle (zum Öffnen auf den Text klicken)
Last Update	Datum der letzten Aktualisierung der Tabelle

### Sanftanlasser

U <sub>e</sub> V	I <sub>q</sub> kA	Coor. type	Starting type	SCPD type	Size kW	Table	Last Update
400	50	1	Normal	MMS	0.06 ... 50	MSP34050UM6-1	13/11/01
			Normal	MMS	15 ... 50	MSP34050UM6-1	13/11/01
			Normal	MOCB	0.37 ... 406	MSP34050UM6-1	13/11/01
400	65	2	Normal	Fuse	1.5 ... 180	PS34055LINE40	14/11/01
			Normal	Fuse	1.5 ... 55	PS34055LINE50	29/11/00
			Normal	Fuse	30 ... 485	PSCH395LINE40	14/11/01
			Normal	Fuse	25 ... 406	PSCH395LINE30	29/11/00
			Normal	Fuse	7.5 ... 132	PS34055DELTA40	29/11/00
			Normal	Fuse	7.5 ... 110	PS34055DELTA50	29/11/00
415	65	2	Normal	Fuse	1.5 ... 75	PS34155LINE40	29/11/00
			Normal	Fuse	1.5 ... 55	PS34155LINE50	29/11/00
			Normal	Fuse	30 ... 506	PSCH395LINE40	29/11/00
			Normal	Fuse	30 ... 406	PSCH395LINE30	29/11/00
			Normal	Fuse	7.5 ... 132	PS34155DELTA40	29/11/00
440	50	1	Normal	Fuse	8 ... 110	PS34155DELTA50	29/11/00
			Normal	MOCB	0.37 ... 406	MSP34450UM6-1	13/11/01
			Normal	MOCB	0.37 ... 365	MSP34050UM6-1	13/11/01
			Normal	Fuse	2.2 ... 90	PS33055LINE40	29/11/00
500	50	1	Normal	Fuse	2.2 ... 75	PS33055LINE50	29/11/00
			Normal	Fuse	45 ... 555	PSCH395LINE40	29/11/00

Beispiel für Auswahl an Sanftanlassern, U<sub>e</sub> = 400 - 500 V.

## Verwendung der Koordinierungstabellen

In der Kopfzeile der ausgewählten Tabelle finden sich Informationen über den Typ des Sanftanlassers, die Hauptspannung, den Nennwert des Kurzschlussstroms, die maximale Umgebungsstemperatur, die IEC-Norm und die Art der Koordinierung.

<b>Motor</b>	Gibt die Nennleistung des Motors und die maximale Stromstärke an. Wenn diese Angaben nicht genau mit den Motorwerten übereinstimmen, nach der maximalen Stromstärke auswählen.
<b>Softstarter</b>	Gibt für den betreffenden Motor geeignete Typen und Größen von Sanftanlassern an.
<b>Semi-conductor fuses</b>	Gibt den Nennstrom und den Typ der Halbleitersicherung an.
<b>Switch fuse</b>	Gibt für die Halbleitersicherungen geeignete Trennsicherungen an.
<b>Thermal overload relay</b>	Gibt geeignete Typen und Einstellbereiche thermischer Überlastrelais an.
<b>Line contactor</b>	Gibt geeigneten Überstromschalter (Hauptschutz) für den Motor an. Dieses Schütz wird bei Kategorie AC-3 angegeben.
<b>By-pass contactor</b>	Gibt ein geeignetes Bypass Schütz an; dieses ist für die Koordinierung nicht erforderlich. Dieses Schütz wird bei Kategorie AC-1 angegeben.

### Sanftanlasser mit Sicherungen

500 V - 65 kA - Normal start - up, type : 2  
 Note : P885065LINE40

P885048

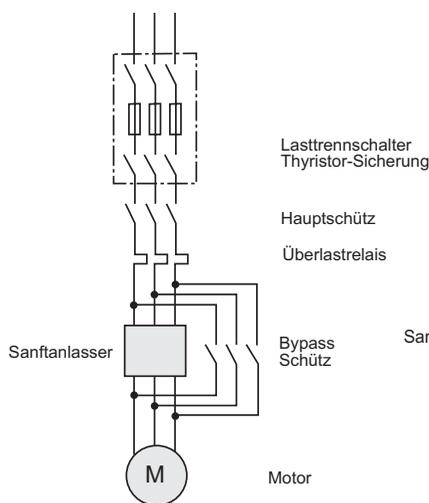
SOFTSTARTERS PS 5 03 ... 142									
500 V, 65 kA (up to 40°C) IEC 947-4-2, type 2, AC-53a,b									
Starter and fuses in line									
Motor		Softstarter	Semi-conductor fuses		Switch Fuse	Thermal Overload Relay		Line contactor	
Rated Output [kW]	Max current [A]	Type	Rated current [A]	Bussmann ref.	Type	Type	Setting range [A]	Type	
3.5	3.5	PS 5 03-400B	16	T70M1359	CG 160RD6300	TA25DU4.0	2.8 - 4.0	A0	Built-in
5.5	8	PS 5 12-400B	40	T70M1363	CG 160RD6300	TA25DU14	10 - 14	A0	Built-in
7.5	12	PS 5 19/30-500	40	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU14	10 - 14	A12	A0
		PS 5 12-400B	40	T70M1363	CG 160RD6300	TA25DU14	10 - 14	A12	Built-in
14	14	PS 5 19/30-500	60	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU14	10 - 14	A18	A0
		PS 5 05-400B	60	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU14	10 - 14	A18	Built-in
11	17	PS 5 19/30-500	50	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU19	13 - 19	A28	A0
		PS 5 25-400B	50	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU19	13 - 19	A28	A0
15	22	PS 5 25-400B	50	T70M1364	CG 160RD6300	TA25DU25	18 - 25	A28	Built-in
		PS 5 30/52-500	60	T70M1366	CG 160RD6300	TA25DU32	24 - 32	A31	A0

Beispiel einer Koordinierungstabelle: 500 V, 65 kA, normaler Start, Typ 2 (PSD5065LINE40)

## Sanftanlasser und Sicherungen in In-Line-Schaltung

Die Koordinierung mit den Geräten in In-Line-Schaltung basiert auf folgendem Schaltplan:

*Beachten Sie, dass das Bypass Schütz für die Koordinierung nicht erforderlich ist.*

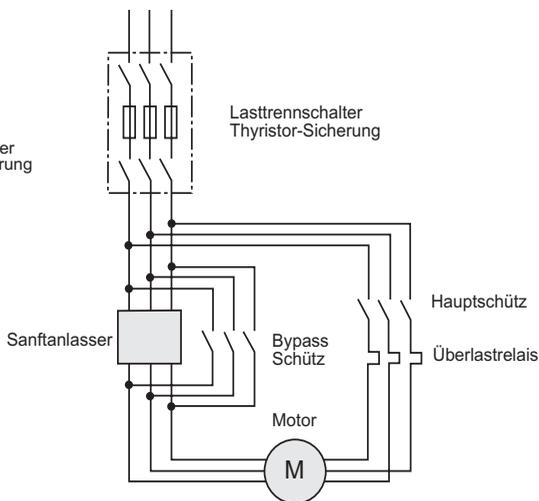


Sanftanlasser und Sicherungen in In-Line-Schaltung  
 Überstromschalter AC-3  
 Bypass Schütz AC-1

## Sanftanlasser in Dreieckschaltung und Sicherungen in In-Line-Schaltung

Die Koordinierung mit dem Sanftanlasser in Dreieckschaltung basiert auf folgendem Schaltplan:

*Beachten Sie, dass das Bypass Schütz für die Koordinierung nicht erforderlich ist.*



Sanftanlasser in Dreieckschaltung und Sicherungen  
 in In-Line-Schaltung  
 Überstromschalter AC-3  
 Bypass Schütz AC-1  
 Überstromschalter und Bypass Schütz in  
 Dreieckschaltung

# Elektrostatische Entladungen



Ein wachsendes Problem durch die Verwendung immer mehr elektronischer Geräte in unseren Systemen heutzutage sind elektrostatische Entladungen. Die Hauptursache des Problems ist der falsche Umgang mit elektronischen Bauteilen, Leiterplatten usw. Ein durch elektrostatische Entladungen beschädigtes Bauteil wurde einer zu hohen Spannung ausgesetzt, und heutzutage sind die Bauteile mit zunehmender Miniaturisierung - also mehr Funktionen in einer Einheit - wesentlich empfindlicher. Die Abstände zwischen den Leitern sind kleiner geworden; daher ist der Isolierungsabstand minimal. In modernen integrierten Schaltkreisen sind Werte von 0,002 mm gängig.

Elektrostatische Ladungen werden auf drei verschiedene Arten hervorgerufen:

- Durch Reibung zweier Flächen aneinander
- Durch die Trennung zweier Flächen voneinander, z. B. wenn eine Kunststoffolie von einem eingepackten Gegenstand entfernt wird.
- Durch Induktion, die durch statische Elektrizität hervorgerufen wird, ohne dass das Material Kontakt hat.

## Zwei Arten von Fehlern bei verschiedenen Schaltkreisen

Die Schäden durch elektrostatische Entladungen werden in zwei Fehlergruppen eingeteilt: direkte Fehler und latente Defekte. Direkte Fehler sind relativ einfach festzustellen, da das Bauteil gar nicht funktioniert. Dies wird häufig im Werk vor dem Versand bemerkt.

Latente Defekte sind u. U. sehr schwierig zu identifizieren, da das Bauteil nicht zuverlässig funktioniert und die Lebensdauer des Geräts ggf. drastisch verkürzt ist.

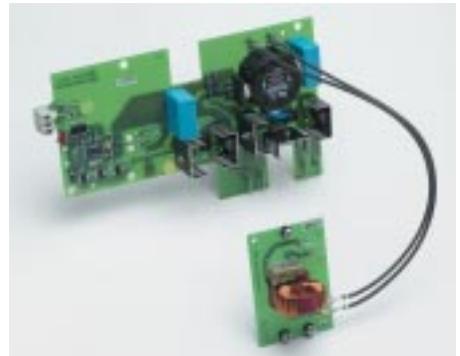
### Fehler durch elektrostatische Entladungen

#### *Digitale Schaltkreise:*

- "Einsen" werden ohne Grund zu "Nullen" und umgekehrt.
- Überhaupt keine "Einsen" oder "Nullen" (Schaltkreis ist ausgefallen).

#### *Analoge Schaltkreise:*

- Messgenauigkeit ist verschlechtert
- Falsche Spannungen, die Anpassungen erforderlich machen
- Funktionsstörung



Leiterplatte

## Elektrostatische Spannungen

Spannungen zwischen 100 und 500 V können im Prinzip jedes elektronische Bauteil zerstören. Die empfindlichsten Bauteile halten nur Spannungen zwischen 25 und 170 V aus.

Manchmal hört man ein "Klickgeräusch", wenn man einen Gegenstand berührt - das ist ein typisches Phänomen bei elektrostatischen Entladungen. Wenn man dieses "Klickgeräusch" hört, beträgt die Spannung mindestens 3,5 kV. Bei Spannungen von 10 kV und höher sieht man beim Berühren eines Gegenstands manchmal auch einen Funken.

Im Folgenden sind einige Werte für typische elektrostatische Ladungen aufgeführt:

Gehen auf Teppichboden:	10 - 20 kV
Gehen auf Kunststofffußboden (PVC):	2 - 5 kV
Gehen auf leitfähigem Antistatik-Fußbodenbelag:	0 - 2 kV
Aufheben von Papier von einem Tisch:	5 - 35 kV
Aufstehen von einem Stuhl:	10 - 25 kV

## Schutz gegen Schäden durch elektrostatische Entladungen

Es ist möglich, die Gefahr elektrostatischer Entladungen für das Gerät auf ein Minimum zu reduzieren. Dies muss unbedingt beachtet werden, wenn Wartungs- und/oder Reparaturarbeiten an elektronischen Bauteilen vorgenommen werden, z. B. an der Leiterplatte eines Sanftanlassers.

Maßnahmen zur Vorbeugung vor Schäden:

- Ladungen wenn möglich vermeiden
- Immer Antistatik-Armband o. ä. verwenden, das geerdet ist, wenn mit elektrischen Bauteilen gearbeitet wird
- Immer korrekte Art der Verpackung verwenden (Antistatik-Beutel usw.)
- Alle Maschinen und Geräte erden
- Hohe Luftfeuchtigkeit

# Häufige Fragen (FAQ)

## Hauptschütz

**F** Ist es erforderlich, einen Hauptschütz in Reihe vor den Sanftanlasser zu schalten?

**A** Der Sanftanlasser erfordert keinen Hauptschütz; wir empfehlen dennoch, einen Hauptschütz für Nothalt und/oder Auslösen des Überlastrelais zu verwenden. Bei manchen Anwendungen kann ein Sicherungs-Lasttrennschalter statt des Hauptschütz verwendet werden.

## Umgebungstemperatur

**F** Kann ich einen Sanftanlasser verwenden, wenn die Umgebungstemperatur im Betrieb höher ist als der empfohlene Wert?

**A** Der Sanftanlasser kann bei höherer Umgebungstemperatur im Betrieb normal verwendet werden, wenn der Nennstrom des Geräts gemäß den Empfehlungen des Herstellers abgesenkt wird.

## Thyristor durchlegiert

**F** Ist es möglich, einen Sanftanlasser mit einem durchlegierten Thyristor zu verwenden?

**A** Ja, das ist möglich; allerdings nicht bei allen Arten von Sanftanlassern.

## Anwendungen mit sanftem Auslaufen

**F** Welche Anwendungen eignen sich für ein sanftes Auslaufen?

**A** Pumpen und Förderbänder, die mit zerbrechlichen Gegenständen beladen sind, sind zwei der wichtigsten Anwendungen für ein sanftes Auslaufen.

## Vorteile von Bypass

**F** Was sind die Vorteile von Bypass?

**A** Eine Reduzierung von Leistungsverlusten. Außerdem kann die Gehäusegröße verringert und eine höhere IP-Klasse verwendet werden, da keine Lüftung erforderlich ist.

## Leistungsverluste

**F** Wie hoch ist der Leistungsverlust eines Sanftanlassers im kontinuierlichen Betrieb?

**A** Die Werte finden sich normalerweise im Katalog. Bei ABB Sanftanlassern kann folgende Formel verwendet werden (z. B. für PS S 18...300):

$$P_{\text{Ltot}} = [3 \times I_e \times 1,0] + 50 \text{ (W)}$$
 auf nur 50 W reduziert. Dies ist die Leistung des Lüfters, wenn Bypass verwendet wird.  $I_e$  ist der Betriebsstrom des Motors.

## Gebrauchskategorie

**F** Welche Gebrauchskategorie ist für das Hauptschütz und das Bypass Schütz zu verwenden?

**A** Hauptschütz: immer AC-3 verwenden. Bypass Schütz: es kann AC-1 verwendet werden.

## Fehleranzeige beim Anlaufen

**F** Warum zeigt der Sanftanlasser einen Fehler an, wenn dem Hauptschütz und dem Sanftanlasser gleichzeitig das Anlaufsignal gegeben wird?

**A** Wenn das Hauptschütz zu spät geschlossen wird, zeigt der Sanftanlasser dies als Phasenverlustfehler an. Das Anlaufsignal zum Sanftanlasser ist um etwa 0,5 s zu verzögern, um dieses Problem zu beheben.

## Test ohne Motor

**F** Kann ich einen Sanftanlasser ohne Verwendung eines Motors testen?

**A** Nein, das ist nicht möglich, da kein Strom durch den Sanftanlasser geführt wird und einige Typen außerdem einen Lastverlust anzeigen.

## Überlastrelais löst während dem Anlaufen aus

**F** Warum löst das Überlastrelais während des Anlaufens aus?

**A** Mögliche Gründe sind folgende:

- zu geringe Strombegrenzung
- zu lange Rampenzeit
- zu geringe Anfangsspannung
- falsche Auslöseklasse des Überlastschutzes
- falsche Einstellung des Überlastschutzes

## Separates Überlastrelais bei Verwendung von Bypass

**F** Brauche ich ein separates Überlastrelais, wenn ein Sanftanlasser mit integriertem elektronischem Überlastschutz und Bypass verwendet wird?

**A** Wenn die Stromwandler des Sanftanlassers so installiert werden können, dass die Messung im Bypass-Betrieb durchgeführt werden kann, ist ein separates Relais nicht erforderlich; andernfalls ist es erforderlich.

## Unterschiedliche Frequenz

**F** Kann ich denselben Sanftanlasser sowohl bei 50 als auch bei 60 Hz verwenden?

**A** Dies ist bei allen ABB Sanftanlassern möglich, wenn die Kurve sinusförmig ist.

## Spannungsschwankungen

**F** Welche Spannungsschwankungen sind für die Sanftanlasser zulässig?

**A** Der Minimum- und der Maximumwert, bei denen wir volle Funktionsfähigkeit garantieren können, liegt bei -15 % bis +10 % des Nennwerts. Dies wird auch in der IEC-Norm so angegeben.

*Beispiel: 400 V - 15 % bis +10 % ≥ Bereich 340 V - 440 V.*

## Halbleitersicherungen

**F** Kann ich ausschließlich Halbleitersicherungen verwenden?

**A** Bei der Verwendung von Halbleitersicherungen kann eine Koordinierung nach Typ 2 erzielt werden. Statt dessen kann auch ein Sicherungs-Lasttrennschalter (MCCB) oder ein manueller Motoranlasser (MMS) verwendet werden, dann allerdings bei einer Koordinierung nach Typ 1. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Kapitel über die Koordinierung.

# Umweltschutzinformationen

Die Einflüsse eines Produkts auf die Umwelt nehmen heute bei der Entwicklung neuer Produkte, aber auch bei der Aktualisierung vorhandener Produktpaletten, einen immer höheren Stellenwert ein. Um einen Gesamtüberblick über alle Umweltaspekte zu erhalten, gibt es verschiedene Ansatzweisen.

## Lebensdauerzyklusbewertung (LCA)

Die Lebensdauerzyklusbewertung (LCA) ist ein Management-Tool zur Einschätzung und Quantifizierung des gesamten Lebensdauerzyklus bestimmter Materialien und der Einflüsse von Produkten oder Handlungen während ihrer gesamten Lebensdauer durch Analyse des gesamten Lebensdauerzyklus bestimmter Materialien, Verfahren, Produkte, Technologien, Dienstleistungen oder Handlungen. Die wichtigsten Aspekte eines Sanftanlassers für die Einflüsse auf die Umwelt sind erfahrungsgemäß folgende:

- Auswahl des Materials des Sanftanlassers
- Energieverluste während der Lebensdauer
- Möglichkeiten zum Recycling



Zur Lebensdauerzyklusbewertung (LCA) gehört der gesamte Lebensdauerzyklus eines Produkts



## Umweltproduktdeklaration (EPD)

Die Umweltproduktdeklaration (EPD) ist ein Dokument, das die Auswirkungen auf die Umwelt während der Fertigung und der Nutzung eines bestimmten Produkts beschreibt, z. B. der Serie der Sanftanlasser PS S 18/30...300/515. Zum Dokument gehören u. a. eine Materialliste, in der die Angabe der verwendeten Menge in kg/Produkt von Aluminium, Kupfer, Stahl, Glas usw. sowie

Tabellen des Energieverbrauchs und der Energieverluste aufgeführt sind. Auch die Unterschiede bei der Verwendung des Sanftanlassers in In-Line-Schaltung, in Dreieckschaltung und/oder mit einem Bypass Schütz sind ersichtlich.

Auch Tabellen zum Potenzial der globalen Erwärmung, zum potenziellen Ozonausstoß, zum Potenzial der Säuerung usw. sind enthalten. Die vollständige Deklaration kann bei [www.abb.com](http://www.abb.com) unter Dokumentnummer 1SFC 288007-en eingesehen werden.

Art des Materials	kg/Produkt	kg/kW
Aluminium	2.2	0.03
Pappe	2.4	0.03
Kupfer und Kupferlegierungen	3.1	0.04
Stahl	4	0.05
Holz	0.83	0.01
Polymere	1.7	0.02
Epoxidharz	0.033	0.000
Glas	0.025	0.0003
Silikonkautschuk	0.0047	$0.9 \cdot 10^{-4}$

Beispiel einer Materialliste eines Sanftanlassers

**ABB engagiert sich als Schlüsselement seiner Unternehmensstrategie für ein breites Programm der Produktentwicklung und -positionierung unter dem Dach des Industrial IT (IIT). Der Hauptgrund für die Industrial IT-Zertifizierung ist die Vereinfachung und Optimierung bei der Verbindung von Produkten zu Systemen und Lösungen.**

**Alle Produkte, die die Prüfung zur Industrial IT-Zertifizierung bestehen, erhalten das Kennzeichen “Industrial IT enabled”.**

Die zertifizierten Produkte wurden auf Eigenschaften hin überprüft, anhand derer die Zusammenarbeit mit anderen zertifizierten Produkten in einem Industrial IT-Umfeld auf vordefinierte Weise während des gesamten Lebensdauerzyklus der Anlage gewährleistet ist. Das heißt, dass IIT-zertifizierte Produkte folgende Aspekte erleichtern:

- Einkauf
- Konstruktion
- Engineering
- Installation
- Inbetriebnahme
- Betrieb
- Wartung
- Deinstallation

## Verschiedene Stufen

Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass verschiedene Anforderungen hinsichtlich der Integrationseigenschaften für verschiedene Anwendungen und Märkte bestehen, gibt es vier Stufen, für die ein bestimmtes Produkt zertifiziert werden kann:

### Stufe 0 - Informationen

- Das Produkt wird mit einem minimalen Satz von Aspekten in vorgeschriebenen Formaten geliefert; dazu gehören Produktinformationen, Produktklassifizierung, Produktdokumentation, CAD-Daten und technische Daten.

### Stufe 1 - Netzwerkfähigkeit

- Wie Informationen plus:
- Hardware kann über definierte Schnittstellen angeschlossen werden.
- Software wird auf konsistente Weise installiert und bedient.
- Grundlegende Interoperabilität des Produkts im Umfeld, in das es eingebaut wird.
- Grunddaten können über definierte Protokolle ausgetauscht werden.

### Stufe 2 - Integration

- Wie Netzwerkfähigkeit plus:
- Zumindest zum grundlegenden Satz von Aspekten werden Aspektobjekttypen geliefert.
- Erweiterte Daten können über definierte Protokolle ausgetauscht werden.
- Relevante Funktionen sind auf Integrationsebene 2 als Aspektssysteme verfügbar.

### Stufe 3 - Optimierung

- Wie Integration plus:
- Zumindest zum erweiterten Satz von Aspekten werden Aspektobjekttypen geliefert.
- Relevante Funktionen sind auf Integrationsebene 3 als Aspektssysteme verfügbar.
- Das Produkt wird während des gesamten Lebensdauerzyklus und der gesamten Wertschöpfungskette konsistent behandelt.

### Stufe der Sanftanlasser

Alle unsere Sanftanlasser-Serien sind heute mit dem Zertifikat "Industrial IT enabled" versehen; die Serie heißt Control<sup>IT</sup> Sanftanlasser, Zertifizierungsebene 0 - Informationen. Ein Produkt mit dem Zertifikat "Industrial<sup>IT</sup> enabled" ist an dem Zeichen "Industrial<sup>IT</sup> enabled" auf der Verpackung erkennbar. Weitere Informationen und weitere Dokumentation sind unter [www.abb.com](http://www.abb.com) erhältlich.



# Formeln und Umrechnungsfaktoren

Dieses Kapitel enthält einige nützliche Formeln und Umrechnungsfaktoren.

Mit den Formeln können z. B. das Nenn Drehmoment des Motors, das Trägheitsmoment, die Schwungmasse usw. berechnet werden.

Mit den Umrechnungsfaktoren können kW in PS, Celsius in Fahrenheit, km/h in Meilen/Stunde usw. umgerechnet werden.

## Formel

### Ohmsches Gesetz

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I} \quad U = I \times R$$

I = Strom (Ampere)

U = Spannung (Volt)

R = Widerstand (Ohm)

### Nenn Drehmoment des Motors

$$M_r = \frac{9550 \times P_r}{n_r}$$

M<sub>r</sub> = Nennmoment, Nm

P<sub>r</sub> = Nennleistung des Motors, kW

n<sub>r</sub> = Nenndrehzahl des Motors, min<sup>-1</sup>

### Trägheitsmoment

$$J = \frac{m(R^2 + r^2)}{2}$$

J = Trägheitsmoment, kgm<sup>2</sup>

m = Schwungmasse, kg

R = Außenradius, m

r = Innenradius, m

### Schwungmasse

mD<sup>2</sup> oder GD<sup>2</sup> (mD<sup>2</sup> ~ GD<sup>2</sup>)

mD<sup>2</sup> = Schwungmasse, kpm<sup>2</sup>

GD<sup>2</sup> = Schwungmasse, kgm<sup>2</sup>

### Verhältnis von Trägheitsmoment und Schwungmasse

$$J = \frac{1}{4} GD^2 = \frac{1}{4} mD^2$$

J = Trägheitsmoment, kgm<sup>2</sup>

mD<sup>2</sup> = Schwungmasse, kpm<sup>2</sup>

GD<sup>2</sup> = Schwungmasse, kgm<sup>2</sup>

### Trägheitsmoment auf Lastwelle umgerechnet auf die Motorwelle

$$J'_b = \frac{J_b \times n_b^2}{n_r}$$

$J'_b$  = Trägheitsmoment umgerechnet  
auf die Motorwelle,  $\text{kgm}^2$

$J_b$  = Trägheitsmoment der Last,  
 $\text{kgm}^2$

$n_b$  = Drehzahl der Last,  $\text{min}^{-1}$

$n_r$  = Drehzahl des Motors,  $\text{min}^{-1}$

### Lastmoment auf Lastwelle, umgerechnet auf die Motorwelle

$$M'_b = \frac{M_b \times n_b}{n_r}$$

$M'_b$  = Lastmoment umgerechnet auf  
die Motorwelle, Nm

$M_b$  = Lastmoment, Nm

$n_b$  = Drehzahl der Last,  $\text{min}^{-1}$

$n_r$  = Drehzahl des Motors,  $\text{min}^{-1}$

### Elektrische Leistung

$$P = \frac{U \times I \times \text{PF}}{1000}$$

$P$  = Leistung in kW (1-phasig)

$\text{PF}$  = Leistungsfaktor

$$P = \frac{U \times I \times \text{PF} \times \sqrt{2}}{1000}$$

$P$  = Leistung in kW (2-phasig)

$$P = \frac{U \times I \times \text{PF} \times \sqrt{3}}{1000}$$

$P$  = Leistung in kW (3-phasig)

## Mengen und Einheiten

### Länge

<b>yd.</b>	=	Yard
<b>m</b>	=	Meter
<b>mm</b>	=	Millimeter
<b>cm</b>	=	Zentimeter
<b>in.</b>	=	Zoll
<b>ft.</b>	=	Fuß
<b>km</b>	=	Kilometer

### Zeit

<b>h</b>	=	Stunde
<b>min</b>	=	Minute
<b>s</b>	=	Sekunde

### Gewicht

<b>oz.</b>	=	Unze
<b>lb.</b>	=	Pfund
<b>kg</b>	=	Kilogramm
<b>g</b>	=	Gramm

## Leistung / Energie

<b>PS</b>	=	Pferdestärken
<b>W</b>	=	Watt
<b>kW</b>	=	Kilowatt
<b>kWh</b>	=	Kilowattstunden

## Volumen

<b>l</b>	=	Liter
<b>ml</b>	=	Milliliter
<b>cu.in.</b>	=	Kubikzoll
<b>cu.ft.</b>	=	Kubikfuß
<b>gal.</b>	=	Gallone
<b>fl.oz.</b>	=	Flüssigunze

## Elektrik

<b>A</b>	=	Ampere
<b>V</b>	=	Volt
<b>W</b>	=	Watt
<b>Ω</b>	=	Ohm
<b>F</b>	=	Farad

## Umrechnungsfaktoren

### Länge

<b>1 Meile</b>	=	1,609344 km	<b>1 km</b>	=	0,621 Meilen
<b>1 yd</b>	=	0,9144 m	<b>1 m</b>	=	1,09 yd
<b>1 ft</b>	=	0,3048 m	<b>1 m</b>	=	3,28 ft
<b>1 in</b>	=	25,4 mm	<b>1 mm</b>	=	0,039 in

### Geschwindigkeit

<b>1 Knoten</b>	=	1,852 km/h	<b>1 km/h</b>	=	0,540 Knoten
<b>1 Meile/h</b>	=	1,61 km/h	<b>1 km/h</b>	=	0,622 Meilen/h
<b>1 m/s</b>	=	3,6 km/h	<b>1 km/h</b>	=	0,278 m/s

### Fläche

<b>1 acre</b>	=	0,405 ha	<b>1 ha</b>	=	2,471 acre
<b>1 ft<sup>2</sup></b>	=	0,0929 m <sup>2</sup>	<b>1 m<sup>2</sup></b>	=	10,8 ft <sup>2</sup>
<b>1 in<sup>2</sup></b>	=	6,45 cm <sup>2</sup>	<b>1 cm<sup>2</sup></b>	=	0,155 in <sup>2</sup>

### Volumen

<b>1 ft<sup>3</sup></b>	=	0,0283 m <sup>3</sup>	<b>1 m<sup>3</sup></b>	=	35,3 ft <sup>3</sup>
<b>1 in<sup>3</sup></b>	=	16,4 cm <sup>3</sup>	<b>1 cm<sup>3</sup></b>	=	0,0610 in <sup>3</sup>
<b>1 Gallone</b>	=	4,55 l (GB)	<b>1 l</b>	=	0,220 Gallonen (GB)
1 Gallone	=	3,79 l (USA)	<b>1 l</b>	=	0,264 Gallonen(USA)
<b>1 Pint</b>	=	0,568 l	<b>1 l</b>	=	1,76 Pint

### Masse

<b>1 lb</b>	=	0,454 kg	<b>1 kg</b>	=	2,20 lb
<b>1 oz</b>	=	28,3 g	<b>1 g</b>	=	0,0352 oz

**Trägheitsmoment**

<b>1 Nm<sup>2</sup></b>	=	2,42 ft.-lb <sup>2</sup>	<b>1 ft.-lb<sup>2</sup></b>	=	0,41322 Nm <sup>2</sup>
<b>1 kgm<sup>2</sup></b>	=	0,2469 ft.-lb <sup>2</sup>	<b>1 ft.-lb<sup>2</sup></b>	=	4,0537 kgm <sup>2</sup>
<b>1 oz.-in<sup>2</sup></b>	=	0,000434 ft.-lb <sup>2</sup>	<b>1 ft.-lb<sup>2</sup></b>	=	2304,147 oz.-in <sup>2</sup>

**Kraft**

<b>1 kp</b>	=	9,80665 N	<b>1 N</b>	=	0,102 kp
<b>1 lbf</b>	=	4,45 N	<b>1 N</b>	=	0,225 lbf

**Energie**

<b>1 kpm</b>	=	9,80665 J	<b>1 J</b>	=	0,102 kpm
<b>1 cal</b>	=	4,1868 J	<b>1 J</b>	=	0,239 cal
<b>1 kWh</b>	=	3,6 MJ	<b>1 MJ</b>	=	0,278 kWh

**Leistung**

<b>1 PS</b>	=	0,736 kW	<b>1 kW</b>	=	1,36 PS
<b>1 PS</b>	=	0,746 kW (GB, USA)	<b>1 kW</b>	=	1,34 PS (GB, USA)
<b>1 kcal/h</b>	=	1,16 W	<b>1 W</b>	=	0,860 kcal/h

**Temperatur**

<b>0 °C</b>	=	32 °F
<b>°C</b>	=	5 / 9 (°F-32)
<b>0 °F</b>	=	-17,8 °C
<b>°F</b>	=	9 / 5 (°C+32)

# Glossar

<b>AC</b>	Wechselstrom (Alternating Current)
<b>Umgebungstemperatur</b>	Die Umgebungstemperatur ist die Temperatur von Wasser, Luft oder eines umgebenden Mediums, in dem ein Gerät betrieben oder gelagert wird.
<b>Asynchronzahl</b>	Die Drehzahl eines Wechselstrom-Asynchronmotors bei voller Last und voller Spannung; auch als Nenndrehzahl definiert.
<b>Lager</b>	Ein Bauteil, das zur Reduzierung der Reibung und des Verschleißes zwischen sich drehenden Vorrichtungen verwendet wird.
<b>Bypass</b>	Ein Bypass Schütz wird dazu verwendet, eine andere Vorrichtung, z. B. einen Sanftanlasser, zu umgehen, um Leistungsverluste zu reduzieren.
<b>CSA</b>	Canadian Standard Association (Kanadischer Normungsverband)
<b>Strombegrenzung</b>	Elektronische Methode zur Begrenzung des Anlaufstroms des Motors beim Anlauf. Normalerweise kann die Funktion so justiert werden, dass das Drehmoment des Motors zum Anlaufen ausreicht.
<b>Takt</b>	Eine Betriebssequenz, die regelmäßig wiederholt wird, bzw. die Zeit, die zur Durchführung eines Betriebstakts erforderlich ist.
<b>D-Seite</b>	Die Seite, die normalerweise die Antriebsseite eines Elektromotors ist.
<b>DC</b>	Gleichstrom (Direct Current)
<b>Schutzgrad</b>	Definiert und angegeben als IP-Klasse (International Protection - Internationaler Schutz); diese zeigt den Grad des Schutzes gegen Kontakt und Eindringen von Festkörpern und Wasser an.
<b>Absenkung / Derating</b>	Erforderlich, wenn ein Gerät bei reduzierten Leistungswerten (normalerweise bei reduzierter Stromstärke) aufgrund hoher Umgebungstemperatur oder großer Höhe betrieben werden muss.
<b>D.O.L</b>	Direktes Einschalten (Direct-on-line)

<b>Gesamtarbeitstakt</b>	Der Gesamttakt von einem Anlauf zum nächsten, einschließlich der Rampenzeit für Start und Auslauf, der Betriebs- und der Pausenzeit, falls vorhanden.
<b>Wirkungsgrad</b>	Verhältnis zwischen mechanischer Ausgangsleistung und elektrischer Eingangsenergie. Der angegebene Prozentwert zeigt an, wie effizient der Motor elektrische in mechanische Energie verwandelt.
<b>EMK</b>	Elektromotorische Kraft; eine andere Bezeichnung für Spannung bzw. Potenzialdifferenz, z. B. die von einem Motor erzeugte Spannung.
<b>EPD</b>	Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration), eine Beschreibung der Einflüsse eines bestimmten Produkts auf die Umwelt.
<b>ESD</b>	Elektrostatische Entladungen (Electro Static Discharge)
<b>Fehler</b>	Jede auftretende Funktionsstörung, die den normalen Betrieb beeinträchtigt.
<b>Schwungmasse</b>	Gesamtmasse ( $mD^2$ oder $GD^2$ ) eines sich drehenden Körpers; wird normalerweise in $kpm^2$ oder in $kgm^2$ angegeben. Der Wert der Schwungmasse ist das 4-fache des Trägheitsmoments.
<b>Frequenz</b>	Zahl der periodischen Zyklen pro Zeiteinheit.
<b>Gate</b>	Steuerelement eines SCR (Thyristors). Wenn eine kleine positive Spannung an den SCR gesendet wird, wird er leitend.
<b>Kühlrippen</b>	Bauteil, das häufig aus Aluminium hergestellt wird; dient zur Ableitung der Wärme in einem elektrischen Gerät, die durch Strom erzeugt wird.
<b>Anlauf unter hoher Belastung</b>	Anlauf mit einer Last mit hohem oder sehr hohem Trägheitsmoment. Eine Anlaufzeit von über 5 Sekunden beim Anlauf mit direktem Einschalten kann als Anlauf unter hoher Belastung definiert werden.

<b>Hohes Lastmoment</b>	Bremsmoment auf der Motorwelle, das durch die Last verursacht wird. Wenn das Bremsmoment gleich oder fast gleich wie das Nenn Drehmoment des Motors ist, kann es als hohes Lastmoment definiert werden.
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission, Teil der International Standard Organisation.
<b>Trägheit</b>	Maß für den Widerstand eines Körpers gegen eine Änderung seiner Geschwindigkeit, unabhängig davon ob der Körper sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt oder in Ruhe ist. Bei der Geschwindigkeit kann es sich um eine Drehgeschwindigkeit oder um eine lineare Geschwindigkeit handeln.
<b>Asynchronmotor</b>	Ein Wechselstrommotor mit einer Primärwicklung (normalerweise im Stator), die an der Stromversorgung angeschlossen ist, und einer Sekundärwicklung (normalerweise im Rotor), die den induzierten Strom transportiert.
<b>In-Line-Schaltung</b>	Anschlusstyp, bei dem die Geräte in Reihe in den Hauptstromkreis geschaltet sind.
<b>Dreieckschaltung</b>	Anschlusstyp, bei dem die Geräte in den Dreieckstromkreis des Motors geschaltet sind. Der Strom ist im Vergleich zur In-Line-Schaltung auf $1/\sqrt{3} = 58\%$ reduziert.
<b>Integrierter Schaltkreis (IC)</b>	Kleines elektronisches Bauelement, das aus Tausenden von Transistoren bestehen kann, die normalerweise auf einer Leiterplatte aufgebracht sind.
<b>Intermittenzfaktor</b>	Verhältnis zwischen der Zeit in einem Takt, während der eine Maschine in Betrieb ist (Zeit im eingeschalteten Zustand) und der Zeit, während der sie ruht (Zeit im ausgeschalteten Zustand).
<b>Stoß</b>	Kurzfristige Bewegung des Motors durch wiederholtes Schließen einer Schaltung mit einem Schaltelement oder einem Tastschalter.
<b>LCA</b>	Lebensdauerzyklusbewertung (Life Cycle Assessment); Analyse der Einflüsse eines Produkts auf die Umwelt von der "Wiege bis zur Bahre".

<b>LCD</b>	Flüssigkristallanzeige (Liquid Crystal Display), eine Anzeigetechnik, die bei Digitaluhren und Laptop-Computern verwendet wird.
<b>LED</b>	Leuchtdiode (Light-Emitting Diode)
<b>Kurzschlussstrom</b>	Strom im Hauptstromkreis, wenn der Rotor bei Nennspannung und -frequenz stillsteht. Dies ist der Strom beim direkten Einschalten des Motors.
<b>Megger-Test</b>	Wird normalerweise in Megaohm bei voller Spannung mit geringem Strom gemessen; wird zur Messung des Widerstands in einem Isolierungssystem verwendet. Dieses Verfahren kann z. B. zur Überprüfung der Thyristoren verwendet werden.
<b>Mikroprozessor</b>	Eine Zentraleinheit, bei der die Miniaturisierungstechnologie in hohem Maß eingesetzt wird.
<b>MCCB</b>	Sicherungs-Lasttrennschalter (Moulded Case Circuit Breaker)
<b>MMS</b>	Manueller Motoranlasser (Manual Motor Starter)
<b>N-Seite</b>	Die Seite, die normalerweise nicht die Antriebsseite eines Elektromotors ist.
<b>NEMA</b>	US-amerikanischer Elektroindustrieverband (National Electrical Manufacturers Association)
<b>Netzwerk</b>	Eine Reihe von Knoten, die miteinander über eine Art von Kommunikationsmedium verbunden sind. Ein Netzwerk kann in Einfach- oder in Vielfachverbindung ausgeführt sein.
<b>Rauschen</b>	Unerwünschte Störungen in einem Kommunikationsmedium, die den Dateninhalt stören.
<b>Ruhestromkontakt (NC)</b>	Ein Kontakt bzw. eine Reihe von Kontakten, die geschlossen sind, wenn das Relais bzw. der Schalter unerregt ist. Der (die) Kontakt(e) wird (werden) geöffnet, wenn das Relais bzw. der Schalter erregt wird.

<b>Arbeitskontakt (NO)</b>	Ein Kontakt bzw. eine Reihe von Kontakten, die offen sind, wenn das Relais bzw. der Schalter unerregt ist. Der (die) Kontakt(e) wird (werden) geschlossen, wenn das Relais bzw. der Schalter erregt wird.
<b>Normaler Anlauf</b>	Anlauf mit einer Last mit geringem oder mittelgroßem Trägheitsmoment. Eine Anlaufzeit von unter 5 Sekunden beim Anlauf mit direktem Einschalten kann als normaler Anlauf definiert werden.
<b>Überlastrelais</b>	Vorrichtung zur Vermeidung von Überhitzungen des Motors. Kann als elektronisches oder thermisches Relais ausgeführt sein.
<b>Paralleles Anlassen</b>	Beim parallelen Anlassen von Motoren werden normalerweise zwei oder mehr Motoren gleichzeitig mit derselben Anlassvorrichtung gestartet.
<b>PCB</b>	Leiterplatte (Printed Circuit Board).
<b>SPS</b>	Speicherprogrammierbare Steuerung, bestehend aus einem zentralen Prozessor, Eingabe-/Ausgabe-Schnittstellen sowie einem Speicher; Steuerungssystem in der Industrie. Ein SPS-System wird u. a. zur Speicherung von Anweisungen, zur Zeitsteuerung, zum Zählen, zur Berichterstellung und zur E/A-Steuerung verwendet.
<b>Leistung</b>	Verrichtete Arbeit pro Zeiteinheit, gemessen in Pferdestärken (PS) oder Watt (W).
<b>Leistungsfaktor</b>	Zwischen der Spannung und dem Strom in einem Wechselstromkreis gemessene Phasendifferenz, die mit dem Kosinuswinkel dargestellt wird.
<b>Protokoll</b>	Reihe von Konventionen, die das Format und den zeitlichen Ablauf von Daten zum Austausch zwischen verschiedenen Kommunikationsvorrichtungen regeln.
<b>Umkehr</b>	Änderung der Drehrichtung des Rotors oder Motorläufers.
<b>SCR</b>	Siliziumgesteuerter Gleichrichter, oft Thyristor genannt.

<b>Halbleitersicherungen</b>	Spezielle Art Schnellsicherung, die als Schutz für Thyristoren verwendet wird, da normale Sicherungen (gG/gL oder aM) nicht schnell genug sind.
<b>Sequentielles Anlassen</b>	Beim sequentiellen Anlassen von Motoren werden normalerweise zwei oder mehr Motoren nacheinander mit derselben Anlassvorrichtung gestartet.
<b>Serielle Kommunikation</b>	Art der Datenübertragung in einem Netzwerk zwischen verschiedenen Knoten, bei der ein bestimmtes Protokoll verwendet wird.
<b>Schlupf</b>	Differenz (normalerweise als Prozentwert angegeben) zwischen der Synchrondrehzahl und der Rotordrehzahl eines Wechselstrom-Asynchronmotors.
<b>Sternschaltung</b>	Anschlusstyp, bei dem jede Wicklung eines mehrphasigen Stromkreises an einem Ende an einem gemeinsamen Punkt angeschlossen ist.
<b>Synchrondrehzahl</b>	Drehzahl des sich drehenden Magnetfelds eines Wechselstrom-Asynchronmotors; hängt von der Frequenz und der Zahl der Magnetpole jeder der Phasen der Statorwicklungen ab.
<b>Thyristor</b>	Halbleiterschalter, der über eine Anode, eine Kathode und ein Steuerelement, das sog. Gate, verfügt, über das der Thyristor nach Bedarf eingeschaltet werden kann. Mit ihm können große Ströme bei hohen Spannungen schnell geschaltet werden
<b>Auslöseklasse</b>	Die Auslöseklasse definiert die Anlaufzeit bei einem bestimmten Strom, bevor die Auslösung erfolgt. Es gibt verschiedene Klassen, z. B. 10, 20, 30 usw., wobei Klasse 30 die längste Anlaufzeit gestattet.
<b>Drehmoment</b>	Maß für die Drehkraftleistung eines Geräts.
<b>UL</b>	Underwrites Laboratories (eine Zertifizierungsagentur).
<b>Y-Schaltung</b>	Siehe Sternschaltung.

# Index

- A
  - Anfangsspannung 36
  - Angaben 39
  - Anlassleistung 52, 53
  - Anlauf mit direktem Einschalten
    - 9, 16, 19, 23, 27
- B
  - Beschleunigungsmoment 15
  - Bremsmoment 15
- C
  - CE-Kennzeichnung 1
  - CSA-Spezifikationen 1
- D
  - D-Seite 2
  - Dreieckschaltung 4
  - Dreieckschaltung 46
- E
  - Einstellungen 36
    - Einstellbarer Nennstrom des Motors 38
    - Strombegrenzung 37
    - Anfangsspannung 36
    - Rampenzeit für Start 36
    - Spannungsstufe (Auslauf) 38
    - Tabelle, mit Strombegrenzung 51
    - Tabelle, ohne Strombegrenzung 50
  - Einstellungen
    - Rampenzeit für Auslauf 36
  - Elektrostatische Entladungen 65, 66
  - Elektronisches Überlastrelais 33
  - Explosive Umgebungen (Ex) 56
    - Kategorien von Zonen 57
- F
  - FAQ - Sanftanlasser 67
  - Fehler 39
  - Förderband 27
    - Geeigneter Sanftanlasser 30
  - Formeln und Umrechnungsfaktoren
    - 73
  - Frequenzsteuerung 12
- G
  - Gängige Probleme, Tabelle 14
  - Gebrauchskategorien 60
  - Gehäuse 35
  - Glossar 78
  - Große Höhen, Absenkung 42
- H
  - Hauptspannung 40
- K
  - Kompressor 23
    - Geeigneter Sanftanlasser 26
  - Koordinierung 58, 59
    - Tabelle 62, 63
  - Kreiselpumpe. *Siehe* Pumpe
  - Kühlrippen 35
  - Kurzübersicht, Anwendungen mit Sanftanlassern 31
- I
  - In-Line-Schaltung 46
  - Industrial IT 71, 72
    - Zertifizierungsstufen 72

## L

- Lebensdauerzyklusbewertung (LCA) 69
- Leistungsfaktor 5
- Leiterplatte 35
- Lüfter 35
  - Geeigneter Sanftanlasser 18

## M

- Motoren
  - über Motoren 2
  - Berechnungen, Drehzahl 6
  - Berechnungen, Drehmoment 7
  - mechanische Übersicht 2
  - Paralleles Anlassen 43
  - Probleme, Anlauf und Auslauf 14
  - Sequentielles Anlassen 44
  - Schleifringmotor 7
  - Kurzschlussläufermotor 3
  - Wicklung 4

## N

- Normen 1

## O

- Oberwellen 55

## P

- Pumpe 19
  - Anhalten von Pumpen 20
  - Geeigneter Sanftanlasser 22

## R

- Rampenzeit für Auslauf 36
- Rampenzeit für Start 36

## S

- Sanftanlasser 13, 17, 21, 25, 29
  - Abbildung der Bauteile 34
  - Auswahl - Kurzübersicht 31
  - Angaben 39
  - Anlassleistung 52
    - Anlassvorgänge / Std. 54
    - Verwendung eines Bypass Schützes 53
    - Verwendung von Überlastschutz 53
  - Sicherungen 61, 64
  - Spannung 4
  - Spannungsdefinitionen 40
  - Spannungsstufe (Auslauf) 38
  - Speisespannung 40
  - Stern-Dreieck-Anlauf 10
  - Stern-Dreieck-Anlasser 17, 20, 24, 28
  - Startschaltung 4
  - Steuerspannung 40
  - Strombegrenzung 37

## T

- Temperatur, Absenkung 41
- Thyristor 35

## U

- Überlastschutz 39
- Überlastrelais. *Siehe* Elektronisches Überlastrelais
- UL-Spezifikationen 1
- Umgebungstemperatur 41
- Umweltproduktdeklaration (EPD) 70

## Z

- Zentrifugalgebläse. *Siehe* Lüfter
- Zündwinkel 35







**Zentrale:**

Eppelheimer Straße 82

**D-69123 Heidelberg**

Telefon (06221) 701-0

Telefax (06221) 701-1325

**Information:**

<http://www.abb.de/stotz-kontakt>

[desst.info@de.abb.com](mailto:desst.info@de.abb.com)

**Vertriebsbüros:**

Lessingstraße 79

**D-13158 Berlin**

Telefon (030) 91 77-21 48

Telefax (030) 91 77-21 01

Hackethalstr. 7

**D-30179 Hannover**

Telefon (05 11) 67 82-0

Telefax (05 11) 67 82-320

Eppelheimer Straße 82

**D-69123 Heidelberg**

Telefon (06221) 701-1368

Telefax (06221) 701-1377

Hauptstraße 12-16

**D-78132 Hornberg**

Telefon (07833) 78-251

Telefax (07833) 78-390

Gutenbergplatz 1

**D-04103 Leipzig**

Telefon (0341) 128-23 10

Telefax (0341) 128-23 33

Garmischer Straße 35

**D-81377 München**

Telefon (089) 74319-0

Telefax (089) 74319-300

## ABB STOTZ-KONTAKT GmbH