



INITIATIVE
EnergieEffizienz+
Industrie & Gewerbe

Infoblätter Fördertechnik: Antriebssteuerung, Automati- sierung, Elektroinstallation.

Stromrichter + Frequenzsteuerung + Bremsung und Positionierung
+ Netzurückwirkungen + Energieeffizienz und Lebenszykluskosten
+ Installationen + Blindstromkompensation.

Einführung.

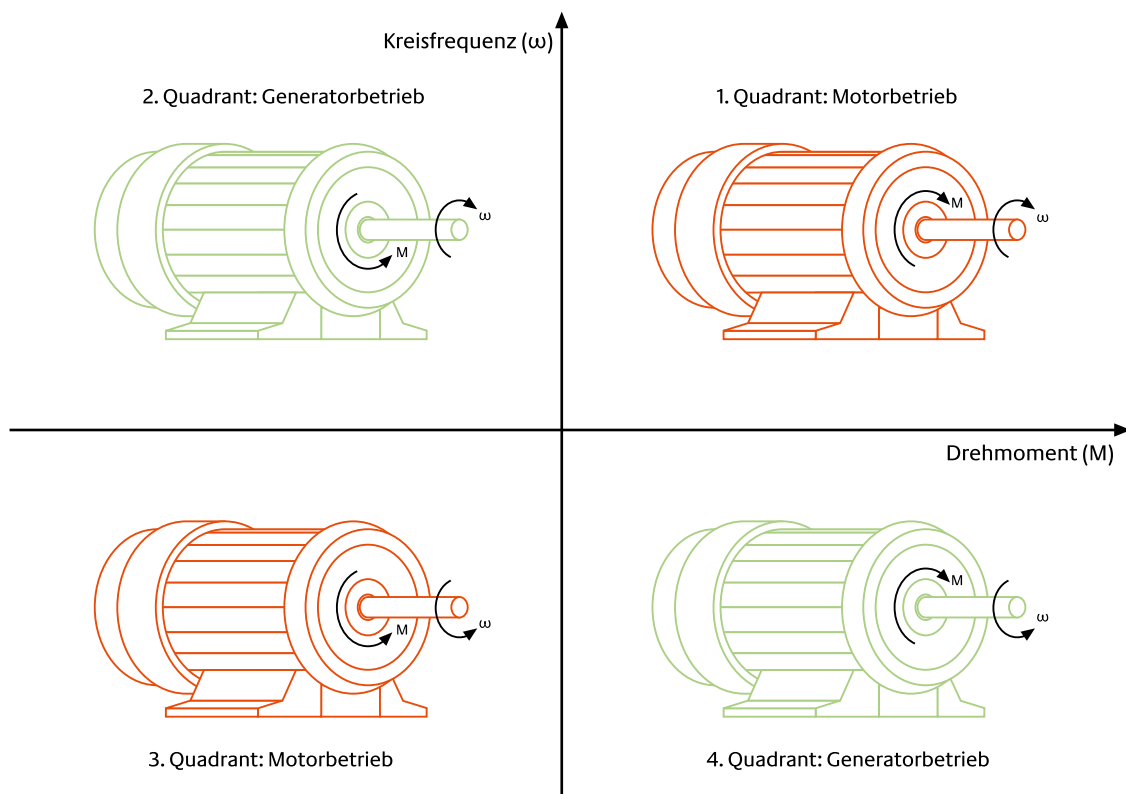
Im Betrieb von fördertechnischen Anlagen müssen meist Stoffmengen von Schüttgütern oder Stückgütern variiert und geregelt werden. Werden dabei konventionelle Stellmethoden realisiert, kann das zu hohen Energieverlusten führen. Diese Verluste können durch Antriebe mit elektronischer Drehzahlregelung deutlich verringert werden.

Betriebsarten von elektrischen Maschinen.

- 1-Quadrantenbetrieb: Treiben des Motors in eine Drehrichtung
- 2-Quadrantenbetrieb: Treiben und Bremsen des Motors in eine Drehrichtung
- 4-Quadrantenbetrieb: Treiben und Bremsen des Motors in beide Drehrichtungen

Beim 2- oder 4-Quadrantenbetrieb der Maschine kann die Bremsenergie in Form von elektrischer Energie aus dem Generatorbetrieb zurückgewonnen und in das Netz eingespeist werden. Der Betrieb im 3. Quadranten bedeutet lediglich das Treiben des Motors mit umgekehrter Drehzahl- und Drehmoment.

Abb. 1: Betriebsarten mit Umrichtern.



Stromrichter für Gleichstrommotoren.

Als Speisegeräte für Gleichstrommotoren eignen sich Thyristorstromrichter. Typische Anwendungen sind Hubantriebe für Krane, Regalförderzeuge und Aufzüge. Stromrichter für Gleichstrommotoren sind mit vollgesteuerten Thyristor-Brücken für 2- oder 4-Quadrantenbetrieb am Markt verfügbar. Bei volldigitalen Stromrichtern sind zur Erleichterung bei der Inbetriebnahme Regelstrukturen im Gerät gespeichert, die entsprechend der individuellen Antriebsaufgabe parametrierbar werden können. Mit analogen Stromrichtern lassen sich einfache Regelantriebe bis zu aufwändigen Mehrmotoren-Antrieben steuern.

Frequenzumrichter für Drehstrommotoren.

Frequenzumrichter erlauben die Beeinflussung der Versorgungsspannung in der Frequenz, Spannungshöhe und Phasenzahl in weiten Bereichen. Damit wird eine fast verlustfreie Drehzahl- und Drehmomentenregelung von Motoren möglich. Mit einem zweiten antiparallel wirkenden Umrichter kann die Bremsenergie einer elektrischen Maschine wieder ins Netz zurückgespeist werden. Stand der Technik sind Frequenzumrichter mit Pulsweitenmodulation, die bis zu Leistungen von ca. 500 kW als 6-Puls-Brückenschaltung mit Kondensator-Zwischenkreis verwendet werden. Die Anschaffungskosten von Frequenzumrichtern betragen etwa das Fünffache von einfachen Motorstartern. Aufgrund geringer Eigenverluste erreichen sie meist einen Wirkungsgrad von über 95 Prozent. Die Investitionen amortisieren sich auf Grund der gesamten Energieeinsparung des Antriebs meist in kurzen Zeiträumen.

Bestandteile des Frequenzumrichters:

Zwischenkreisumrichter enthalten einen netzseitigen Gleichrichter. Ein Gleichspannungszwischenkreis mit Kondensatoren speichert die Energie. Auf der Motorseite befindet sich eine sechspulsige Brückenschaltung als Wechselrichter. Im motorischen Betrieb wird die Leistung aus dem Netz über den Gleichrichter in den Zwischenkreis eingespeist. Der Zwischenkreis

wird mit konstanter Spannung geladen, speichert die Energie kurzzeitig und entkoppelt gleichzeitig die Gleich- und Wechselrichter. Aus der konstanten Gleichspannung wird mittels des Wechselrichters eine frequenzvariable Drehspannung an den Motor geliefert.

Auswahlkriterien für Frequenzumrichter und Motoren.

Jedes Antriebsproblem erfordert ein speziell abgestimmtes System, bestehend aus Getriebe, Motor und Elektronik. Hohe Anfahrmomente und eine hohe Gleichlaufgüte bei Laststößen werden durch entsprechend ausgelegte Motoren erreicht. Die Berücksichtigung eines hohen Anfahrmoments erfordert, dass bei der

Dimensionierung des Motors eine höhere Nennleistung benötigt wird, als wenn die Anwendung nur im stationären Betrieb erfolgen würde. Frequenzumrichter steigern durch intelligente Regelverfahren die Leistungsausbeute bei dynamischen Anwendungen maßgeblich und bringen mit einem abgestimmten Getriebe-Motor-System Effizienzvorteile für fördertechnische Anlagen.

Auswahl von Motor und Umrichter:

Einfache Umrichter liefern eine Ausgangsspannung, die nicht den vollen Betrag der Netzspannung erreicht. Bei der Dimensionierung der Antriebsleistung eines Motors ist dies zu berücksichtigen. Moderne Regelverfahren und Qualitätsumrichter stellen trotz Verlusten in der Drossel und mit Hilfe entsprechender grundschwingungsoptimierter Pulsmuster dem Motor die volle Netzspannung zur Verfügung. Funktionsbedingt weicht die Ausgangsspannung der Umrichter stark von der

Sinusform der Netzspannung ab. Durch die pulsweitenmodulierte (PWM) blockförmige Ausgangsspannung entstehen Oberschwingungen. Diese können Motorenwicklungen durch Überspannungen und Lagerströme gefährden. Nur durch abgestimmte Auswahl von Motoren und Umrichtern mit allpolig wirksamen Sinusfiltern können Antriebe betriebssicher, effizient und frei von elektromagnetischer Geräuschentwicklung betrieben werden.

Frequenzsteuerung für Anlauf und Verzögerung sowie Motorstarter.

Schaltgeräte für Motorsteuerungen.

Aufgrund des 5- bis 7-fachen Anlaufstroms gegenüber dem Nennwert lassen sich Käfigläufermotoren nicht direkt ansteuern. Die Nennleistungsaufnahme der Wicklungen in der Dreieckschaltung kann durch Wicklungsumschaltung in Sternschaltung reduziert werden. Zum Ein- und Umschalten bei Drehstrommotoren werden Stern-Dreieck-Motorstarter mit einstellbarer Verzögerungszeit eingesetzt. Die Einstellung der Hochlauf- und Umschaltzeit erfolgt über ein Potentiometer. Mit Einschalten der Betriebsspannung zieht das Sternschaltglied unverzögert an und fällt nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit zurück. Danach zieht das Drei-

eckschaltglied entsprechend der eingestellten Umschaltzeit an und fällt erst nach Abschalten der Betriebsspannung zurück.

Sanftanlauf-Geräte.

Für einfache Antriebsaufgaben ohne Veränderung der Drehzahl bieten sich Sanftstarter an. Sie reduzieren den Motoranlaufstrom und schonen die Förderanlage bzw. das Fördergut. Sanftstarter können mit Strombegrenzungsfunktionen ausgestattet werden. Zudem können sie Aufgaben beim Bremsen übernehmen.

Netzurückwirkungen und Oberschwingungen durch Stromrichter.

Frequenzumrichter erzeugen Rückwirkungen und belasten durch Oberwellen das Versorgungsnetz. Dieser Effekt kann durch Filterdrosseln reduziert werden. Umrichter können als konstruktive Einheit mit dem Motor ausgeführt werden. Dadurch können lange Leistungskabel vermieden und die EMV-Anforderungen leichter

erfüllt werden. Die dafür verwendeten Umrichter sind auf die raueren Umgebungsbedingungen ausgelegt, was die Kosten für den Antrieb erhöht. Bei gesamtheitlicher Betrachtung ergeben sich jedoch unter Berücksichtigung von Planung, Installation und Montage Kostenvorteile.

Frequenzumrichter:

Ein Frequenzumrichter wandelt mit dem Eingangsgleichrichter die Versorgungs-Wechselspannung in Gleichspannung um, welche über den Zwischenkreis dem Ausgangswechselrichter zur Verfügung gestellt wird.

Durch Pulsweitenmodulation wird eine blockförmige Ausgangsspannung erzeugt, welche über die Zeit integriert lediglich eine sinusähnliche Form erhält.

Die Verformung der ursprünglich sinusförmigen Stromkurve resultiert aus der periodischen Aufladung des Energiespeichers. Die Anordnung der Drosseln im Gleichstrom-Zwischenkreis

bewirkt einen geringeren Verlust als die Anordnung auf der Netzseite.

Bei der Verwendung mehrerer Frequenzumrichter können sich die Netzurückwirkungen durch arithmetische Addition der Oberwellen aufgrund derselben Phasenlage addieren, in günstigen Fällen aber auch teilweise gegenseitig auslöschen. Mit Hilfe von Ausgangsfiltern wird der Motor durch geringe induktiv erzeugte Ladeströme geschont. Damit kann auch die Wicklungs-isolation vereinfacht und eine Gefährdung der Lager vermieden werden.

Schonender Betrieb.

Selbst in leistungsfähigen Industrienetzen entstehen durch hohe Anlaufströme Spannungsverluste im Verteilungsnetz. Die Unterspannung kann auch andere Verbraucher empfindlich stören. An elektrischen Maschinen treten bei häufigem Schalten hohe Verluste mit der Gefahr thermischer Überlastung auf. In Förderanlagen können die Antriebskomponenten und Fördergüter durch Stöße aufgrund des hohen Anzugsmoments beschädigt werden. Der hohe Verschleiß mechanischer Komponenten bewirkt erhöhte Instandhaltungskosten und gegebenenfalls Ausfallzeiten der Förderanlage. Elektronische Sanftanlaufgeräte können dieser Tatsache entgegenwirken. Wichtiges Auswahlkriterium für Sanftanlaufgeräte ist die Anzahl der zulässigen Starts und Stopps pro

Stunde. Zur Vermeidung von Verlusten soll ein Überbrückungsschutz den Motor zwischen dem An- und Auslauf direkt an das Netz schalten.

Frequenzsteuerung.

Die generatorische Bremsung von elektrischen Maschinen kann auch angewandt werden, indem die Drehzahl gegen Null zurückgeführt wird. Mit Frequenzumrichtern kann die generatorisch erzeugte Wirkleistung zunächst nicht ins Netz weitergeleitet werden, da die Dioden im Eingangsgleichrichter des Frequenzumrichters sperren. Konventionelle Geräte führen diese Energie angebauten Bremswiderständen zu, in denen sie in Wärme umgewandelt wird.

Bremmung und Positionierung.

Elektrische Bremsen werden vor allem als Wirbelstrombremsen verwendet. Drehstrombremsen zeichnen sich durch extrem kurze Einschalt- und Klebezeiten aus und genügen im Zusammenhang mit Bremsmotoren den höchsten Ansprüchen hinsichtlich Lebensdauer und Schalthäufigkeit. Die elektrodynamische Auslaufbremsung arbeitet berührungs- und verschleißfrei. Dieses Bremsverfahren belastet die Motorwicklung thermisch. Bei Gegendrehfeldbremsung und Reversieren, entstehen hohe elektrische Verluste im Rotor (beim Reversieren wird ohne Schaltpause auf die entgegengerichtete Drehrichtung umgeschaltet). Bei analogen oder digitalen Anlauf- und Bremssteuergeräten kann neben Strom und Spannung auch die Zeit für Anlauf und Bremsen vorgegeben werden.

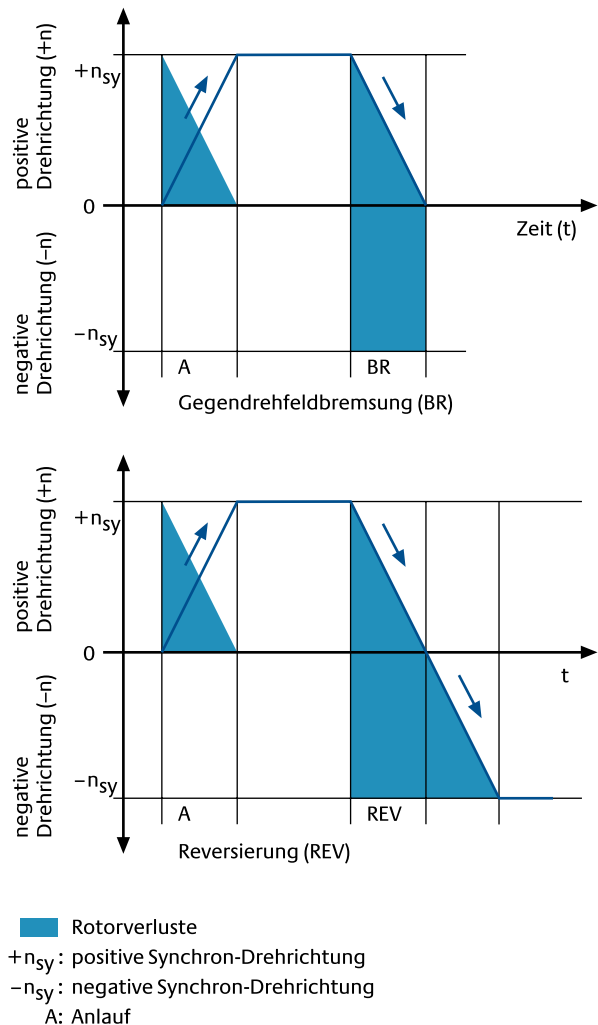
Positionieren.

Konventionelle Positionierfunktionen wurden in der Vergangenheit meist mit polumschaltbaren Drehstrom-Asynchronmotoren gelöst. Endschralter oder im günstigeren Falle verschleißfreie Sensoren steuerten die Positionsanhfahrt. Während des Positioniervorgangs wird der Antrieb auf eine niedrigere Drehzahl durch Sensoren oder Initiatoren geschaltet. Am Endpunkt wird der elektrische Antrieb abgeschaltet und die Bremse aktiviert. Mit dieser Art der Positionierung ist ein hoher Verschleiß an der mechanischen Bremse und eine ungenaue Positionierung verbunden – bei hohem Aufwand für Wartung oder betrieblich notwendigen Änderungen von Stopp-Positionen. Eine genauere Positionierung und höhere Geschwindigkeit kann durch Bewegungssteuerungen mit speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) erreicht werden. Zur Positionserfassung können auf der Motorwelle angebaute Geber genutzt werden. Dabei können zusätzliche Zielpositionen durch digitale Vorgabe bzw. Umparametrierung leicht realisiert werden. In modernen Anlagen kann die elektrische Maschine direkt bremsen, takten und positionieren. Für diese Anwendungen können Motoren mit stufenlos einstellbarer Drehzahl, wie Drehstrommotoren mit Frequenzumrichter verwendet werden. Daneben kommen noch polumschaltbare Drehstrommotoren mit festen Drehzahlstufen zur Anwendung, die über konventionelle Schaltgeräte gesteuert werden. Die Systemauswahl ist unter Berücksichtigung empfindlicher Transportgüter und Anforderungen an ruckfreies Fahren im Förderprozess zu treffen.

Rückspeisefähige Frequenzumrichter.

Elektrische Maschinen können im generatorischen Betrieb die erzeugte elektrische Energie in das Stromnetz zurückspeisen. Energierückspeisung ins Netz spart Kosten für zusätzliche Kühlung. Der Platzbedarf für Bremswiderstände und Kommutierdrosseln entfällt.

Abb. 2: Verluste beim Bremsen und Reversieren.



Bremmung und Positionierung:

Elektrische Maschinen, wie die meistverwendeten Drehstromantriebe können sowohl im motorischen als auch im generatorischen Betrieb arbeiten. Im Generatorbetrieb wird die Bremsenergie als elektrische Energie im Zwischenkreis des Frequenzumrichters gespeichert und weiter in das Versorgungsnetz zurückspeist. Deshalb kommen für Einzelantriebe mit

besonderen Ansprüchen an einen effizienten Bremsbetrieb und Energierückspeisung Umrichter zur Anwendung. Sie setzen an Stelle einfacher passiver Diodenbrücken aufwendigere Stromrichter ein, die eine Energierückspeisung erlauben. Dabei ergeben sich meist auch Vorteile durch reduzierte Netzurückwirkungen.

Energieeffizienz und Lebenszykluskosten.

Eine Drehzahlsteuerung kann gleichzeitig zu besserer Prozess-Steuerung, weniger Verschleiß mechanischer Bauteile und damit geringeren Instandhaltungskosten, geringerem Geräuschpegel und erheblichen Energieeinsparungen führen. Läuft die Anlage größtenteils mit Teillast, so werden die Investitionen durch die Energieeinsparung kompensiert und der drehzahlvariable Antrieb macht sich bezahlt. Zum Thema Lebenszykluskosten finden Sie detaillierte Information im Infoblatt „Lebenszykluskosten und Energieeffizienz“ unter www.industrie-energieeffizienz.de > Technologien > Fördertechnik.

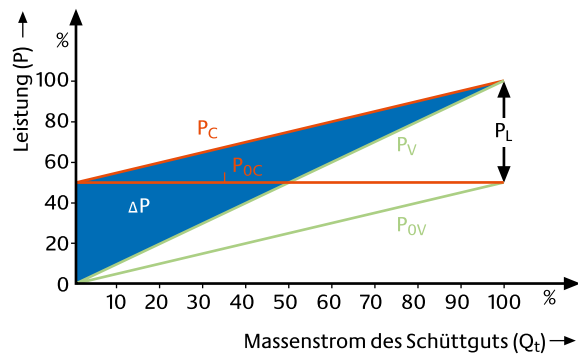
Preisunterschiede bei Umformern ergeben sich bei genauerer Betrachtung oft daraus, dass auf eine Drossel verzichtet wird, da diese den Materialaufwand beträchtlich erhöht. Wenn einerseits zunehmend High-Efficiency-Motoren (HEM) eingesetzt werden, sollten konsequenterweise Frequenzumrichter ebenfalls wirkungsgradoptimiert arbeiten. Wenn der Nennwert der Frequenzumrichterausgangsspannung vergleichbar mit der Netzspannung ist, lassen sich ein Antrieb ohne Überdimensionierung projektieren, bei Nennspannungsunterschreitung muss eine höhere Motornennleistung verwendet werden.

Die Energieeinsparungen von HEM belaufen sich laut Schätzungen von Verbänden wie ZVEI und VDMA auf rund 8 Prozent, durch den Einsatz von Stromrichtern auf rund 12 Prozent. In Einzelfällen wird durch den Einsatz von Frequenzumrichtern im Anlagenbestand bei Automatisierung im Teillastbetrieb von 30 – 50 Prozent Energieeinsparung berichtet. Dabei sind die Kosten eines Umrichters wesentlich höher als der Mehrpreis eines HEM gegenüber einem herkömmlichen Motor. Dennoch sind die Amortisationszeiträume für beide Maßnahmen sehr kurz, im Extremfall unter einem Jahr.

Automatisierung.

Steuer- und Regeltechnik ist eine wesentliche Säule zu Effizienzverbesserung in der modernen Antriebstechnik und erhält eine immer größer werdende Bedeutung. Zur Automatisierung erfordern moderne Förderanlagen integrierte Konzepte mit Frequenzumrichtern in Verbindung mit speicherprogrammierbaren Steuerungen.

Abb. 3: **Energieeinsparung ΔP bei Betrieb einer Bandförderanlage mit variabler Drehzahl.**



ΔP = Energieeinsparung bei Betrieb einer Bandförderanlage (mit variabler Drehzahl/Geschwindigkeit)

Q_t = variabler Massenstrom des Schüttguts

P_{0c} = Leerlaufleistung zur Überwindung der Reib- und Walkwiderstände (der Förderanlage bei konstanter Drehzahl/Geschwindigkeit)

P_{0v} = Leerlaufleistung wie vor bei variabler Drehzahl

P_L = zusätzlicher Leistungsbedarf bei Vollbelastung

P_c = Gesamtleistungsbedarf bei konstanter Drehzahl

P_v = Gesamtleistungsbedarf bei variabler Drehzahl

(Quelle: H. Greiner, Danfoss Bauer GmbH)

Energiezuführung und -übertragung.

In Förderanlagen integrierte Antriebskomponenten werden während der Bewegungsabläufe oft mitbewegt. Das erfordert eine geeignete Übertragung von elektrischer Energie und Mess- sowie Steuersignalen zwischen bewegtem und stehendem Anlagenteil. Unterschiedliche Leitungen zwischen beweglichen Förder-elementen und stationären Anschlusspunkten können durch Energieführungsketten geordnet und definiert geführt werden. Damit werden Leitungen und Kabel geschont und Sicherheitsrisiken durch Knicken oder Abrieb reduziert. Auswahlkriterien für Energiezuführungen sind die Anforderungen an Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte, eventuelle freitragende Anordnungs-zwänge und Zugfestigkeit. Neben der elektrotechnischen Funktion können weitere Medien wie Druckluft, Hydraulik, Gas, Wasser usw. den mobilen Verbrauchern zugeführt werden. Bei rauen Umgebungsbedingungen sind Stahlketten zu verwenden. In schnelleren Fördersystemen werden Vollkunststoffprodukte eingesetzt. Besonders leitungsschonende Eigenschaften bieten Hybrid-Energieführungsketten mit einer Materialkombination aus Kunststoff und Aluminium. Zum System der Energieübertragung sind neben den Energieführungsketten hochflexible und kettentaugliche Leitungen notwendig.



Energieführungskette in einer Bandförderanlage.

Installationen und Stromversorgungsnetze.

Elektrische Energieverteilung.

Die elektrische Energieversorgungsinfrastruktur (Stromverteilnetz) muss folgende Anforderungen erfüllen:

- ununterbrochene bzw. unterbrechungsfreie Stromversorgung bei hoher Spannungsqualität
- Personenschutz und Arbeitssicherheit
- störungsfreier Betrieb der Anlagen und optimale Unterstützung der Arbeitsabläufe
- Schutz der Technischen Ausrüstung und Anlagen

In umfangreichen Industrienetzen mit Großverbrauchern mit elektrischen Antrieben hoher Leistungen, können weitere Spannungsebenen oberhalb der üblichen Niederspannungsnetzebenen von 400 Volt eine wirtschaftliche Energieversorgung bieten. In Sonderfällen sind Anlagen zur Eigenstromerzeugung (wie Blockheizkraftwerke oder regenerative Energien) in die elektrotechnische Versorgungsinfrastruktur einzubinden. Stromversorgungsnetze können als einfache sternförmige Verteilernetze ausgeführt sein, eventuell mit separatem Notstromnetz. Verbesserte Versorgungssicherheit ergibt sich durch ringförmige Erschließung oder Mischungen aus beiden Netzformen.

Bei Umbauten und Erweiterungen von fördertechnischen Anlagen und Produktionsanlagen stellt sich stets die Frage nach der momentanen Kapazität und Auslastungsreserve des bestehenden Stromverteilnetzes. Wenn Bestandsunterlagen fehlen, müssen durch Messungen mit registrierenden Messgeräten die wichtigen elektrischen Parameter über einen aussagekräftigen mehrtägigen Zeitraum gemessen und dokumentiert werden. Gleichzeitige Messungen in den Lastschwerpunkten, den Bereichsverteilern und in der Einspeisung erlaubt eine Analyse und Einschätzung der "Gleichzeitigkeitsfaktoren" der wichtigen Verbraucher und tatsächlich benötigten Gesamtanschlussleistung. Moderne Schaltgeräte mit verbesserten Kontroll- und Schutzfunktionen können in Verteilern nachgerüstet werden und dabei die Energieübertragung über vorhandene Kabelwege oder Verteiler besser an einen veränderten Bedarf anpassen. Eine bewährte Variante der Energieverteilung in Industrie und Gewerbe stellen Schienenverteiler dar. Bei Antrieben kleinerer Leistung kann der Energiebus als flexible Stromschiene ausgeführt werden. Flach-Leitungen, die neben Starkstrom gleichzeitig Steuersignale und Daten übertragen ermöglichen eine kostensparende und flexible Installation.

Der Energiebus ist die konsequente Umsetzung dezentraler Antriebsarchitekturen auch in Förderanlagen.

Die Kosten der Installationstechnik in der Industrie und im Gewerbe erhalten zunehmende Bedeutung. Dezentrale Installationen bieten folgende Vorteile:

- flexibel montierbare Abzweige zu den Verbrauchern
- einfache Erweiterung und Veränderung der Anschlüsse
- elektrische Anschlüsse sind leicht in die Förderanlagen zu integrieren
- direkte Zugänglichkeit für Prüfungen, einfache und schnelle Diagnose bei Störungen
- Materialeinsparung und Verringerung des Platzbedarfs von Kabeltrassen
- geringerer Aufwand für Planung, Inbetriebnahme, Dokumentation und Wartung

Blindstromkompensation.

Verbraucher wie Antriebe, Transformatoren, konventionelle Vorschaltgeräte von Entladungslampen und sonstige Induktivitäten im Netz erzeugen Blindstrom. Das elektrische Verteilernetz wird mit höheren Scheinleistungen und damit erhöhtem Strom belastet. Die zusätzliche Belastung wirkt sich auf Transformatoren, Kabel und Verteiler aus und vermindert die verfügbare Wirkleistung für die betrieblichen Prozesse. Bei Überschreitung eines festgelegten Blindstroms bzw. Blindarbeit im Verhältnis zur Wirkenergie berechnet der Energieversorger zusätzliche Kosten.

Je nach Motorgröße und – polzahl liegt der Leistungsfaktor Cosinus phi bei Nennlast zwischen 0,6 und 0,9. Motoren mit größerer Leistung und niedrigerer Polzahl bieten günstige Leistungsfaktoren. In Teillastbetrieb verschlechtert sich der Leistungsfaktor. Die Höhe des Leistungsfaktors stellt jedoch für einen Motor kein vorrangiges Qualitätsmerkmal dar. Die durch den Betrieb von Motoren verursachte induktive Blindleistung kann durch Verwendung von Kondensatoren auf den vom Energieversorgungsunternehmen erlaubten Grenzwert kompensiert werden. Für eine wirtschaftliche Blindstromkompensation stellen sich folgende Alternativen:

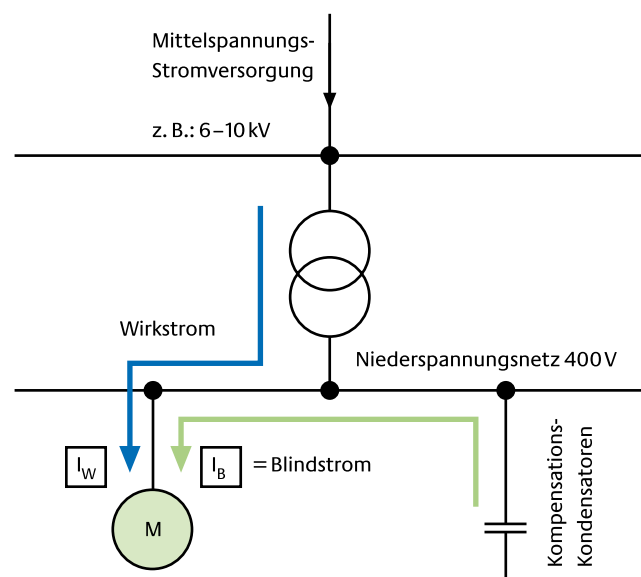
- dezentrale Kompensation als Festkompensation an den Motoren
- zentrale automatisch geregelte Blindstromkompensation, bei der Einspeiseverteilung aufgestellt

Die zunächst höheren Materialkosten für Schienenverteiler und Energiebus-Systeme werden in einer gesamtheitlichen Betrachtung von den geringeren Planungs- und Inbetriebnahmekosten sowie Material- und Montagekosten bei Änderungen und Erweiterungen mehr als ausgeglichen und führen somit zu günstigeren Gesamt-Lebenszykluskosten. Über die Lebensdauer von Förderanlagen kann mit bis zu 30 Prozent geringeren Kosten gegenüber herkömmlicher Installation gerechnet werden.

Dezentrale Festkompensationen von Motoren verringern die von Blindströmen verursachten Leistungsverluste im internen betrieblichen Leitungsnetz zwischen Motoren und einer zentralen Blindstromkompensationsanlage.

Investitionen in Blindstrom-Kompensation tragen sich bei richtiger Dimensionierung aus den eingesparten Stromkosten. Die Verbesserung der Auslastung eines vorhandenen Stromverteiler-netzes ist oft ein weiterer Grund für die Anschaffung einer Blindstrom-Kompensation. Bei einer Anhebung des Leistungsfaktors von 0,7 auf 0,9 können Übertragungskabel meist um 2 Querschnittsgrößen verringert werden und Nennströme von Schaltgeräten und Schutzorganen reduziert werden.

Abb. 4: **Energieeinfüsse im Netz.**



Fazit:

Konventionelle Stellmethoden in Förderanlagen können zu hohen Energieverlusten führen. Diese können durch Antriebe mit elektronischer Drehzahlregelung deutlich verringert werden. Frequenzumrichter erlauben eine fast verlustfreie Drehzahl- und Drehmomentenregelung. Die Berücksichtigung eines hohen Anfahrmoments erfordert die Auswahl des Motors mit einer höheren Nennleistung, als wenn die Anwendung nur im stationären Betrieb erfolgen würde. Frequenzumrichter steigern die Leistungsausbeute bei dynamischen Anwendungen. Mit besonderen Umrichtern kann die Bremsenergie elektrischer Maschinen wieder ins Netz zurückgespeist werden. Energierückspeisung spart elektrische Energie und Kosten für zusätzliche Kühlung. Die Energieeinsparung durch den Einsatz von Stromrichtern wird auf rund 12 Prozent geschätzt. In Einzelfällen sind durch den Einsatz intelligenter Steuerung und Automatisierungstechnik 30 – 50 Prozent Energieeinsparung möglich. Die Investitionen amortisieren sich aufgrund der gesamten Energieeinsparung meist in kurzen Zeiträumen bis unter einem Jahr.

Für einfache Antriebsaufgaben ohne Veränderung der Drehzahl bieten sich Sanftstarter an. Antriebskomponenten und Fördergüter können durch Stöße bei hohen Anzugsmomenten beschädigt werden. Sanftstarter und Frequenzumrichter reduzieren den Motoranlaufstrom und schonen die Förderanlage und das Fördergut. Damit wird der Verschleiß mechanischer Komponenten, die Instandhaltungskosten und Ausfallzeiten der Förderanlage vermindert.

Eine kostengünstige Form der Installation in Industrie und Gewerbe stellt der Energiebus und Steuerungsbus dar. Damit werden dezentrale Antriebsarchitekturen konsequent umgesetzt. Dezentrale Installationen bieten die Vorteile flexibler Abzweige zu den Verbrauchern, geringeren Aufwand für Planung, Installation, Inbetriebnahme, Dokumentation und Wartung. Elektromotoren erzeugen Blindstrom. Das elektrische Verteilernetz wird damit höher belastet.

Zudem erscheinen dadurch meist Mehrkosten auf der Stromrechnung. Investitionen in Blindstrom-Kompensation tragen sich kurzfristig aus den eingesparten Stromkosten und einer verbesserten Auslastung des inneren Verteilernetzes.

Die Angebote der Initiative EnergieEffizienz.

Die Fördertechnik ist eine in Industrie und Gewerbe weit verbreitete Technologie. Dabei bestehen in diesem Bereich erhebliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz: meist können in den Betrieben der Stromverbrauch – und damit die Kosten – um 5 bis 50 Prozent gesenkt werden. Die meisten Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von weniger als zwei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 20 Prozent wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen. Die *Initiative EnergieEffizienz* will mit diesen Faktenblättern einen Beitrag zur Erschließung dieser Potenziale leisten.

Neben der Fördertechnik bestehen auch in weiteren Bereichen oft große Effizienzpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben aller Branchen. Daher bietet die *Initiative EnergieEffizienz* über das Thema Fördertechnik hinaus auch in weiteren Bereichen umfassende Informationen und praxisnahe Unterstützung für Unternehmen, die Strom effizienter nutzen und Kosten einsparen möchten. Das Angebot richtet sich insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen. Näheres zu diesen Angeboten finden Sie im Internetportal www.industrie-energieeffizienz.de.

Die *Initiative EnergieEffizienz* steht für effiziente Stromnutzung in allen Verbrauchssektoren und ist eine in dieser Form einmalige Public-Private-Partnership: Mit zielgruppenspezifischen Kampagnen und Projekten werden Endverbraucher in privaten Haushalten, in Industrie und Gewerbe sowie im Dienstleistungssektor über die Möglichkeiten des effizienten Stromeinsatzes informiert und zum energieeffizienten Handeln motiviert.

Näheres zu den Angeboten in diesen Sektoren finden Sie unter www.initiative-energieeffizienz.de.

Die *Initiative EnergieEffizienz* wird getragen von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) sowie den Unternehmen der Energiewirtschaft – EnBW Energie Baden-Württemberg AG, E.ON AG, RWE AG und Vattenfall Europe AG und wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Eine Initiative von



Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Impressum:

Informationsblätter
Fördertechnik

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH
(dena)
Energieeffizienz im
Elektrizitätsbereich
Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

Kontakt:

Tel: +49 (0)30 72 61 65- 600

Tel: +49 (0)30 72 61 65- 699

E-Mail: info@dena.de

Internet:

www.industrie-energieeffizienz.de
www.dena.de

Autor:

Dipl.-Ing. Günther Volz

Abbildungen sofern nicht anders
gekennzeichnet:

Dipl.-Ing. Günther Volz