

# ACS 1000 – weltweit erster Standard-Drehstromantrieb für den Mittelspannungsbereich

**ABB Industrie AG, Schweiz, hat einen neuen Drehstromantrieb mit der Bezeichnung ACS 1000 entwickelt, der als Standardprodukt für die meisten Mittelspannungsanwendungen geeignet ist. Der für einen Leistungsbereich von 315 bis 5000 kW und Spannungen von 2,3, 3,3 und 4,16 kV ausgelegte Antrieb bietet u. a. eine Reihe von Vorteilen, wie z. B. kürzere Lieferzeit, niedrigere Anschaffungskosten und höhere Verfügbarkeit. Der ACS 1000 eignet sich auch gut für die Nach- und Aufrüstung vorhandener Anlagen. Sein gutes Betriebsverhalten und seine kompakte Bauweise – mit den weltweit kleinsten Abmessungen in seiner Klasse – verdankt der Antrieb der Tatsache, daß einige Neuentwicklungen von ABB, wie der Integrated Gate Commutated Thyristor (IGCT), die direkte Drehmomentregelung (DTC) und ein neues Sinus-Ausgangsfilter eingesetzt werden.**

**B**isher mußten Antriebe für den Einsatz im Mittelspannungsbereich von 2,3 bis 6,9 kV jeweils nach Kundenspezifikation gebaut werden, um die regelungstechnischen Anforderungen des Motors zu erfüllen. ABB Industrie hat nun dem Bedarf des Marktes Rechnung getragen und den ACS 1000 entwickelt **1**, der als Standardprodukt in zahlreichen Industriezweigen, wie z. B. der Zement-, Erdöl- und Gasindustrie, in der Wasser- und Abwasserwirtschaft, im Bergbau, in der chemischen Industrie sowie in Kraftwerken eingesetzt werden kann. Der Antrieb ist für den Leistungsbereich von 315 bis 5000 kW und für Spannungen von 2,3, 3,3 und 4,16 kV konzipiert **2**. Durch Einsatz technologischer Innovationen, insbesondere solcher im Bereich der Leistungshalbleiter, wurde es möglich, den ACS 1000 sehr kompakt zu bauen **3**.

Eine typische Konfiguration eines Antriebssystems ist in **4** dargestellt. Bei Auswahl eines Mittelspannungs-Drehstromantriebs muß der Kunde mögliche Probleme in folgenden Bereichen berücksichtigen:

- Netzseite
- drehzahl geregelter Antrieb
- Motor

Das Design des ACS 1000 trägt den Anforderungen der Anwender in jedem dieser Bereiche Rechnung.

**Sohail Malik**  
**Dieter Kluge**

ABB Industrie AG

## Netzseite

Auf der Netzseite sind im wesentlichen drei Problembereiche zu nennen, die besonderes Augenmerk erfordern: die Oberwellen, der Eingangsleistungsfaktor und der Eingangstrenntransformator.

## Oberwellen

Der ACS 1000 wurde so konzipiert, daß er in praktisch allen Anlagen, die netzseitig mit einem 12-pulsigen Gleichrichter ausgerüstet sind, hinsichtlich der Oberwellen den einschlägigen Vorschriften wie IEEE 519.1992 und G5/3 genügt. Zur Einhaltung dieser Vorschriften benötigt der Antrieb keine zusätzlichen Oberwellenfilter.

Die 5. und 7. Harmonische, welche die größten Amplituden aufweisen und deshalb in Mittelspannungsnetzen besonders problematisch sind, werden vom ungesteuerten 12-pulsigen Diodengleichrichter unterdrückt. In leistungsschwächeren Netzen oder in Anwendungsfällen, in denen strengere Anforderungen hinsichtlich der Oberwellen bestehen, können 24-pulsige Gleichrichter eingesetzt werden.

## Eingangsleistungsfaktor

Dank der einfachen und robusten Ausführung seines Diodengleichrichters hat der ACS 1000 einen Grundschiebungsfaktor von mindestens 0,97 und einen Gesamtleistungsfaktor, der über 0,95 liegt. Der Leistungsfaktor bleibt im gesamten Drehzahlbereich konstant, so daß auf zusätzliche Einrichtungen zur Leistungsfaktorverbesserung verzichtet werden kann. In vielen Fällen ist dies bei den von anderen Lieferanten benutzten Antriebstopologien nicht möglich. Der hohe Leistungsfaktor des ACS 1000 schlägt sich in spürbaren Kosteneinsparungen nieder, weil sich der Einbau zusätzlicher Blindleistungs-Kompensationseinrichtungen erübrigt und Kabel und Transformatoren für einen niedrigeren Strom bemessen werden können.



### Typischer ACS 1000-Antrieb für Mittelspannungsanwendungen

1

#### Eingangstrenntransformator

Als Entwicklungsziel wurde hier angestrebt, den eingangsseitigen Trenntransformator innerhalb oder, soweit möglich, außerhalb des Leitstands aufzustellen. Tatsächlich hängt es von der Wahl des Antriebssystems oder der Antriebstopologie ab, ob eine Aufstellung des Transformators außerhalb des Leitstands möglich ist.

Beim ACS 1000 wird ein dreistufiger Spannungswischenkreisrichter verwendet [5], durch den sich die Anzahl der Kabel zwischen Transformator und Stromrichter erheblich verringert.

Demgegenüber können bei mehrstufigen Topologien zwischen 27 und 45 Kabel erforderlich sein, so daß eine Aufstellung des Transformators getrennt vom Stromrichter unerschwinglich werden kann.

Durch die freie Wahl des Aufstellungsortes für den Transformator lassen sich

in zwei Bereichen Kosten sparen: erstens ist der Platzbedarf des Antriebs geringer, weil der sperrige Transformator nicht im Elektroraum untergebracht werden muß; zweitens werden die Transformatorverluste nicht in diesen Raum abgeführt, so daß der Elektroraum eine kleinere Kühleinrichtung benötigt. Der letztgenannte Vorteil ist besonders bei hoher Umgebungstemperatur von Bedeutung.

Der ACS 1000 ist in zwei Versionen lieferbar, und zwar mit Luft- und Wasserkühlung. Der Antrieb kann entweder mit einem getrennt aufzustellenden Eingangstrenntransformator oder mit eingebautem Trockentransformator (für die Version mit Luftkühlung) geliefert werden.

#### Drehzahl geregelter Antrieb

Der ACS 1000 weist Konstruktionsmerkmale auf, mit denen die häufig in Verbin-

dung mit Mittelspannungsantrieben auftretenden Einschränkungen überwunden werden.

#### Kleine Gesamtgröße

Dies ist beispielsweise in der Öl- und Gasindustrie, insbesondere in Offshore-Anlagen, von besonderer Bedeutung, weil dort Platzbedarf und Ausrüstung wichtige Kostenfaktoren darstellen. Der ACS 1000 ist gerade 3 bis 4,5 m lang, 0,9 m breit und 2 m hoch.

Die kleinen Abmessungen hat man hauptsächlich durch Einsatz neuer technologischer Innovationen, insbesondere im Bereich des Schaltens von Leistungshalbleitern, erreicht. Die kompakte Bauweise des ACS 1000 wurde im wesentlichen durch die Entwicklung des Integrated Gate Commutated Thyristor (IGCT) ermöglicht [1]. Diese neuen Schaltgeräte vereinen die Vorteile der IGBT-Technik für

**Tabelle 1:**  
**Merkmale und Leistungsdaten des Integrated Gate Commutated Thyristor (IGCT) – er vereint die hohe Schalthäufigkeit von IGBTs und die bewährte Zuverlässigkeit von GTOs**

Merkmale	Leistungsdaten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltfrequenz vergleichbar mit IGBTs</li> <li>• Niedrige Schaltverluste</li> <li>• Niedrige Durchlaßverluste</li> <li>• Homogenes Schalten</li> <li>• Keine Schutzbeschaltung</li> <li>• Integrierte Freilaufdiode</li> <li>• Sehr zuverlässig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unverzögerte Schaltfrequenz: bis 20 kHz</li> <li>• Schaltzeit (Abschaltung): 1 µs</li> <li>• di/dt: bis zu 4 kA/µs</li> <li>• dv/dt: bis zu 10-20 kV/µs</li> <li>• Wechselstromsperrspannung: bis 6 kV</li> <li>• Gleichstromsperrspannung: bis 3,9 kV</li> </ul>

Niederspannung mit der Zuverlässigkeit und Robustheit eines GTO-Thyristors.

Bei der Lösung mit herkömmlichen GTO-Thyristoren sind noch zahlreiche Elemente, wie Überspannungs-Schutzbeschaltungen, Freilaufdioden und Gate-Treiber, erforderlich. Der IGCT vereint diese Komponenten in einem einzigen Element. Seine Eigenschaften und Leistungsdaten sind in *Tabelle 1* zusammengefaßt.

IGCTs ermöglichen nicht nur bessere

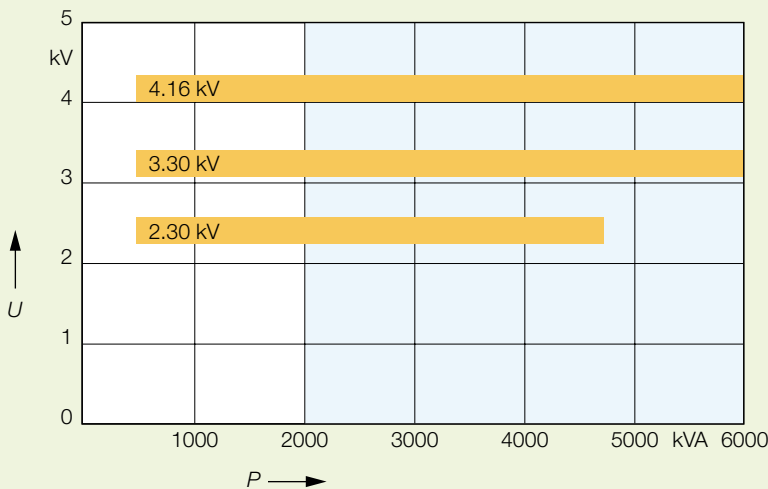
Schaltmuster und kleinere Stromrichter, sondern stellen auch im Bereich des Geräteschutzes eine sehr effektive Alternative zu Sicherungen dar.

Es werden zwei Schutz-IGCTs in den Gleichstromkreis zwischen dem Gleichrichter und dem Gleichstromkondensator gelegt. Im normalen Betrieb sind die IGCTs gezündet und befinden sich somit im Durchlaßzustand. Bei einem Fehler werden die IGCTs sofort gesperrt und trennen damit die Drehstromspeisung von der

**Produktfamilie ACS 1000 – diese neue Antriebsgeneration wurde für Leistungen von 315 bis 5000 kW bei Spannungen von 2,3, 3,3 und 4,16 kV ausgelegt.**

P Leistung  
 U Eingangsspannung

Blauer Bereich Wassergekühlt  
 Weißer Bereich Luftgekühlt



Gleichstromseite. Jeder weitere Schutz überbrigt sich. Weil die IGCTs nicht ersetzt werden müssen, ist es möglich, den normalen Betrieb sehr bald wieder aufzunehmen.

**Geräuscharmer Betrieb**

In vielen Ländern schreiben Arbeitsschutz- und Sicherheitsvorschriften vor, daß sich die Geräusche weder schädlich noch störend auf das Personal auswirken dürfen. Zwei Einrichtungen tragen beim ACS 1000 zur Senkung des Geräuschpegels bei:

- die direkte Drehmomentregelung (DTC) – ein Motorregelverfahren, das ohne vorher festgelegtes Schaltmuster für die Leistungshalbleiter-Bauelemente arbeitet. Da keine feste Trägerfrequenz vorhanden ist, entstehen wenig Geräusche.
- ein Ausgangsfilter, das die Einspeisung von Oberwellen in den Motor verhindert.

**Volle Einhaltung der EMV-Vorschriften**

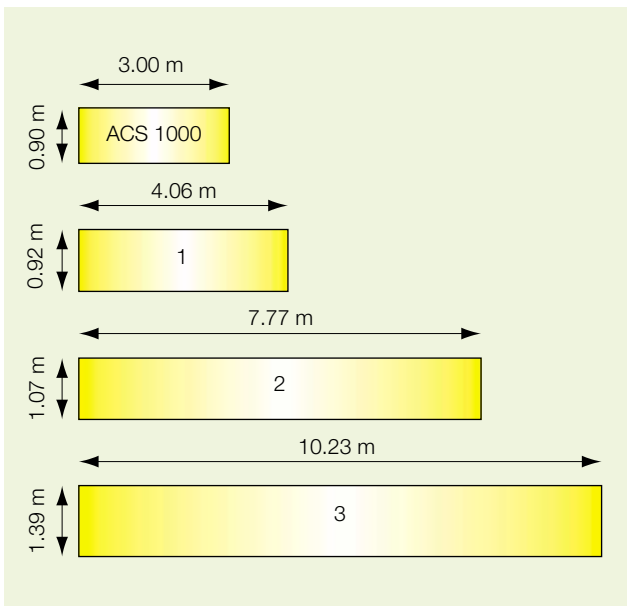
Einerseits muß darauf geachtet werden, daß Antriebe die Umwelt nicht durch hohe elektromagnetische Störungen belasten, andererseits ist es ebenso wichtig sicherzustellen, daß der eingebaute Antrieb gegen die von anderen Geräten ausgehenden Störungen unempfindlich ist. Der ACS 1000 genügt allen derzeit gültigen EMV-Vorschriften.

**Hoher Wirkungsgrad**

Ein hoher Wirkungsgrad ist dann wichtig, wenn die Energiekosten gesenkt werden sollen. Der ACS 1000 erreicht in den meisten Anwendungsfällen Wirkungsgrade über 98 %.

**Motor**

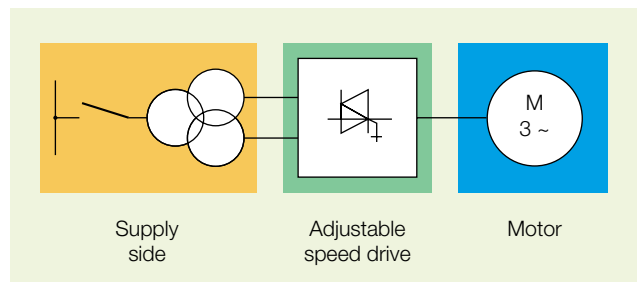
Im Rahmen der dreistufigen Umrichtertopologie des ACS 1000 hat ABB ein Sinus-Ausgangsfilter entworfen und patentieren



**Vergleich des Platzbedarfs von typischen 1800-kW-Antrieben. Der ACS 1000 ist deutlich kleiner als einige Konkurrenzprodukte gleicher Leistung.** 3

1–3 Antriebe anderer Lieferanten

**Grundkonfiguration eines Antriebssystems. Der ACS 1000 trägt den Anforderungen der Kunden in allen drei Bereichen Rechnung.** 4



lassen (b in **5**), das auf der Motorseite für einen sinusförmigen Spannungs- und Stromausgang sorgt **6**. Dadurch konnten viele Probleme gelöst werden, mit denen Mittelspannungsantriebe üblicherweise behaftet sind und die sich direkt auf den Motor auswirken.

**Kompatibilität**

Die Kompatibilität mit serienmäßigen Käfigläufermotoren muß gewährleistet sein. Es gibt im wesentlichen drei Problembereiche, für die der ACS 1000 eine Lösung anbietet, nämlich Leistungsverminderung, Spannungsbeanspruchung und Gegen-taktspannungen.

*Leistungsverminderung*

Weil Oberwellen eine zusätzliche Erwärmung verursachen, ist es häufig notwendig, die Motorleistung zu vermindern. Dank der sinusförmigen Spannung und des sinusförmigen Stroms am Ausgang des Sinusfilters kann der ACS 1000 zusammen mit jedem serienmäßigen Käfigläufermotor eingesetzt werden, ohne daß dessen Leistung vermindert werden muß.

*Spannungsbeanspruchung*

Bei Antrieben, die schnellschaltende Leistungshalbleiter enthalten, sind hohe

Spannungsänderungsgeschwindigkeiten möglich, die zu Schäden am Motor führen können. Der sinusförmige Ausgang des ABB-Filters löst dieses Problem.

*Gegentaktspannungen*

Diese hochfrequenten Spannungen treten an den Motorklemmen auf und können die Motorisolation schwer beschädigen. Sie kommen üblicherweise bei allen selbstgeführten Umrichtern vor. Bei der Nachrüstung eines Antriebs ACS 1000 muß unbedingt darauf geachtet werden, daß

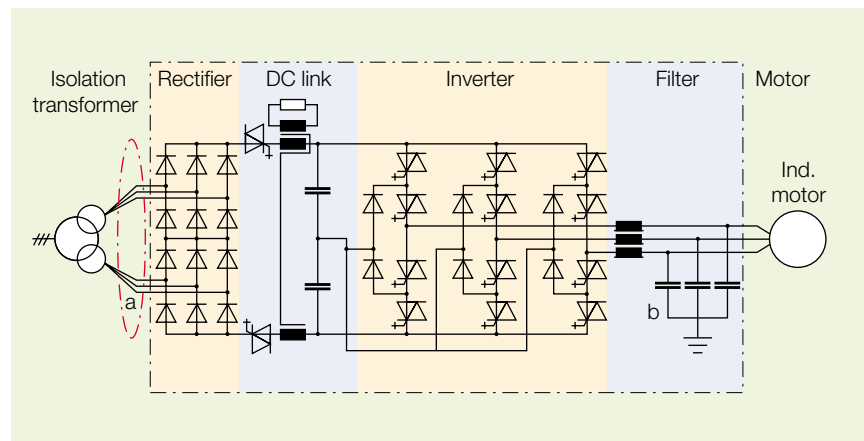
der vorhandene Motor nicht mit hohen Gegentaktspannungen beansprucht wird.

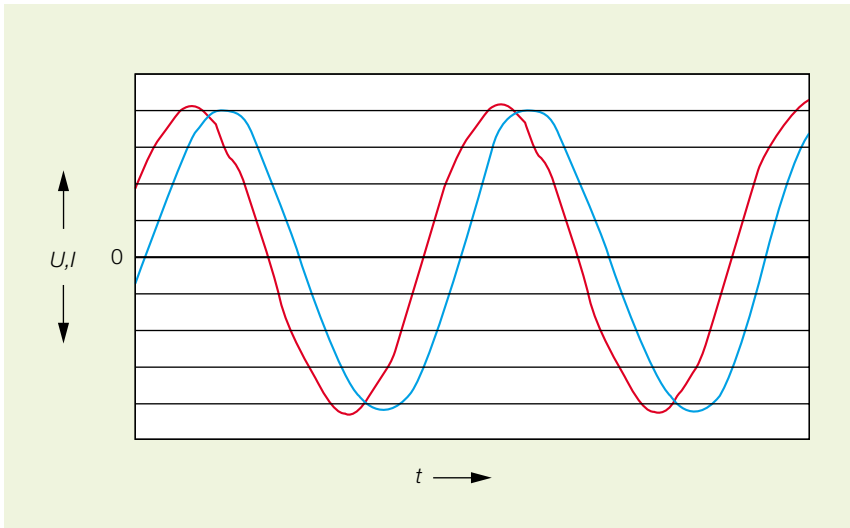
Der dreistufige Umrichter Aufbau des ACS 1000 vermeidet Gegentaktspannungen durch Erdung des Sternpunkts des Ausgangsfilters. Diese einfache Lösung eliminiert die gefährlichen Spannungen und stellt damit sicher, daß bei einer Nachrüstung ein Problem weniger beachtet werden muß.

Allerdings sind auf der Transformatorseite des Antriebs auch Gegentaktspannungen vorhanden. Diese müssen so ver-

**Dreistufiger Spannungswischenkreisumrichter des ACS 1000** 5

*Vorteile sind erheblich weniger Kabel zwischen dem Trenntransformator und dem Stromrichter (a) und ein patentiertes Sinus-Ausgangsfilter (b), das viele Probleme löst, mit denen herkömmliche Mittelspannungsantriebe sonst behaftet sind.*





**Ausgangswellenformen bei Betrieb des Motors mit voller Drehzahl. Das Sinusfilter des ACS 1000-Antriebes sorgt auf der Motorseite für einen sinusförmigen Verlauf von Spannung (rot) und Strom (blau).**

Nennspannung 4,16 kV  
Leistung 820 kW (1100 HP)  
Ausgangsfrequenz 60 Hz

mindert werden, daß sie für die Ausrüstung auf der Drehstromseite des Antriebs keinerlei Gefahr darstellen. Deshalb wird eine spezielle Gegentaktdrossel in den Gleichstromkreis des Antriebs gelegt. Sie reduziert die Spitzenströme, die für das Laden und Entladen der Transformator-kabelkapazitäten verantwortlich sind.

Ein zusätzlicher Widerstand dämpft die Ausgleichsschwingungen und ermöglicht damit den Einsatz von Kabeln bis zu 300 m Länge, ohne daß es zu Problemen kommt.

### Spannungsreflexionen

Diese bereiten speziell bei Mittelspannungsanwendungen Sorge, und zwar vor allem bei Nachrüstung eines Motors mit einem Antrieb, weil Zustand und Qualität der Motorisolierung in vielen Fällen nicht bekannt sind. Wenn dies nicht abgeklärt wird, können Spannungsreflexionen die Isolierung ernsthaft beschädigen. Spannungsreflexionen werden vom Sinusausgang des ABB-Filters eliminiert.

### Drehmomentpendelung

Erzeugt ein Antrieb eine starke Drehmomentpendelung, kann es zu mechanischen Resonanzen kommen, die den Motor, das Getriebe (soweit vorhanden) und die angetriebene Maschine beschädigen können. Da jedoch die Ausgangsspannung des ACS 1000 vollkommen sinusförmig ist, treten keinerlei Drehmomentpendelungen auf. Zudem läuft der Motor ruhiger, so daß seine Lebensdauer verlängert wird.

### Laufgeräusche

In einigen Fällen erhöhen sich die Laufgeräusche, wenn bereits vorhandene Motoren nachträglich mit Stromrichtern ausgestattet werden. Für einige Anwender sind diese zusätzlichen Geräusche nicht hinnehmbar. Der ACS 1000 ist so ausgeführt, daß der Geräuschpegel erheblich reduziert wird.

### Drehmoment- und Drehzahlverhalten

Die Kunden erwarten heute von Mittelspannungsantrieben ein Drehmoment- und Drehzahlverhalten, das mit dem moderner Niederspannungsantriebe durchaus vergleichbar ist. Entscheidend für dieses Verhalten ist die Wahl des Motorregelverfahrens. Für den ACS 1000 wurde das gleiche Verfahren gewählt wie für die Produktfamilie ACS 600 [2], nämlich die direkte Drehmomentregelung (DTC).

### Direkte Drehmomentregelung

Die hohe Schaltfrequenz des IGCT ist für die DTC-Technik bestens geeignet [3]. Bei der direkten Drehmomentregelung handelt es sich um ein Motorregelverfahren, das ABB 1994 als universelle Lösung für Niederspannungsantriebe eingeführt hat. Dieses Verfahren wurde inzwischen für den Mittelspannungsbereich angepaßt, so daß es dem ACS 1000 eine extrem hohe Drehmoment- und Drehzahlregelgenauigkeit (für schwierige Anwendungsfälle) und darüber hinaus ein hohes Schaltvermögen für Regelaufgaben in einfachen Einsatzfällen verleiht.

Das DTC-Verfahren ist das einzige Regelverfahren, das bei einem gesteuerten Open-loop-Drehstrommotor und einem Drehstromantriebssystem das volle Drehmoment bei der Drehzahl Null aufbringen kann. Beim DTC-Verfahren ist der statische Drehzahlfehler kleiner als 0,5% **7**, und die Drehmoment-Reaktionszeit liegt unter 10 ms **8**. Sie ist somit zehnmal schneller als bei geberlosen Antrieben mit Fluß- bzw. Vektorregelung **9**. Dies bedeutet, daß der ACS 1000 beispielsweise die Position einer Fördereinrichtung auch ohne teure Geber genau regeln kann. Eine Drehmomentregelung mit einer solchen Genauigkeit minimiert auch die Gefahr, daß der Antrieb bei schweren Lasten abgeschaltet wird.

Das DTC-Verfahren bewirkt im Ergebnis eine Flußoptimierung, wodurch bei einfachen Pumpen- oder Lüfterantrieben die Motorverluste um 20 bis 30% gesenkt werden.

**Fünfmal höhere Zuverlässigkeit**

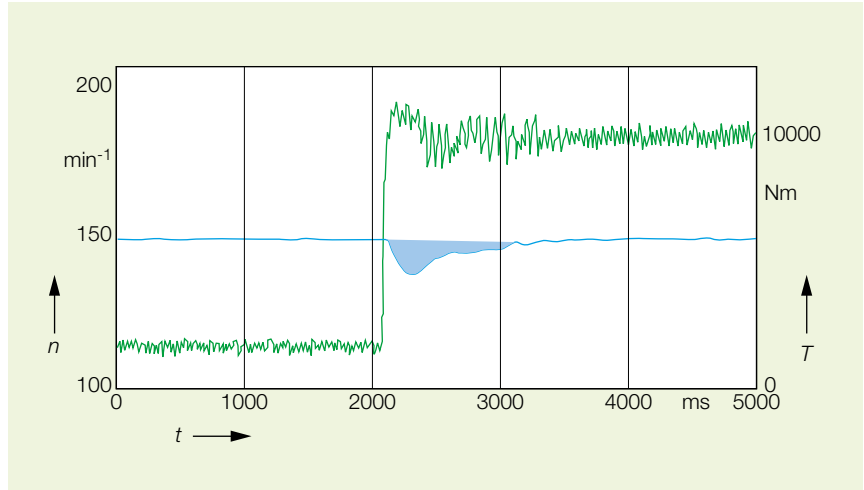
Prüfungen haben gezeigt, daß der ACS 1000 die weitverbreitete Meinung, Mittelspannungsantriebe seien nicht besonders zuverlässig, widerlegt. Die Zuverlässigkeit des ACS 1000 ist fünfmal höher als die anderer Antriebe.

Diese Verbesserung ist unmittelbar dem Einsatz von IGCTs zu verdanken. Das neue Halbleiterbauelement halbiert die Anzahl der notwendigen Bauteile, so daß der ACS 1000 naturgemäß zuverlässiger ist. Die Anzahl der erforderlichen elektronischen Bauelemente wird bereits dadurch reduziert, daß keine Schutzbeschaltung erforderlich ist. Dadurch werden große, komplexe Wechselrichter überflüssig.

**Wirkungsgrad von über 98 %**

Da IGCTs dem «idealen Schalter» sehr nahe kommen, indem sie hohe Ströme mit hohen Spannungen und hoher Frequenz sowie mit niedrigen Verlusten rasch schalten, erreicht der ACS 1000 in den meisten Anwendungsfällen Wirkungsgrade von über 98%, einschließlich der Verluste des Sinus-Ausgangsfilters. Verlustarmes Schalten wird durch Verwendung einer transparenten Anode und durch Verringerung der Dicke der Siliziumscheibe im IGCT erreicht. Die Schaltfrequenz des Antriebs kann bis zu 1000 Hz betragen, was der vierfachen Geschwindigkeit von Antrieben in GTO-Technik entspricht. Insgesamt ergeben sich in Verbindung mit dem ABB-Filter ein glatterer Ausgang und geringere Verluste, wodurch sich der Gesamtwirkungsgrad des Antriebssystems erhöht.

Bei einem 1-MW-Motor können durch eine Erhöhung des Wirkungsgrads um 1% mehrere tausend Dollar pro Jahr an Stromkosten gespart werden. Daraus folgt, daß sich jede noch so geringe Wirkungsgradsteigerung auf die Betriebskosten einer Anlage auswirken wird.



**Direkte Drehmomentregelung (DTC) und dynamische Genauigkeit**

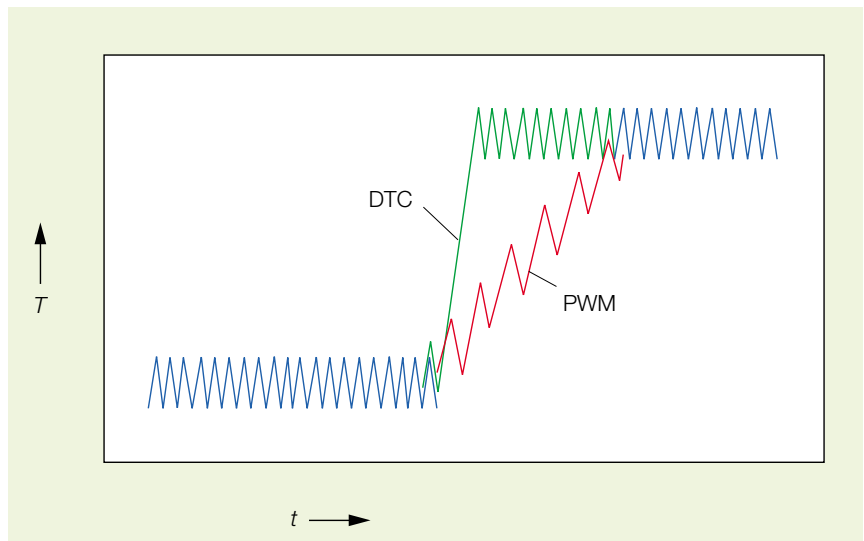
7

	<i>n</i> Drehzahl (blau)		<i>T</i> Drehmoment (grün)		<i>t</i> Zeit
	PWM ohne Geber	PWM mit Geber	Gleichstrom-antrieb mit Geber	DTC ohne Geber	
Statische Drehzahl-abweichung	±1-3%	±0,01%	±0,01%	±0,1-0,5%	±0,01%
Dynamische Drehzahl-abweichung	3% s	0,3% s	0,3% s	0,4%	0,1% s

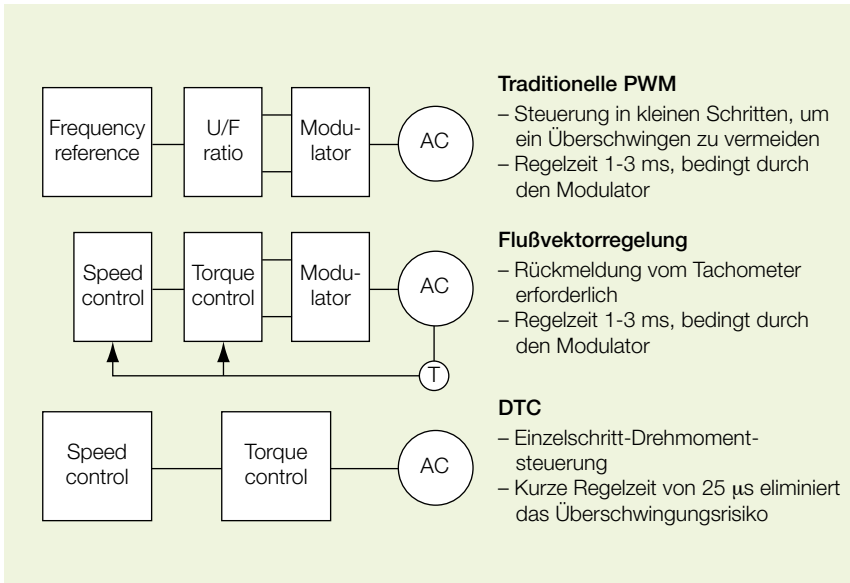
**Typisches Drehmomentverhalten eines Antriebs mit DTC im Vergleich zur Flußvektorregelung und gesteuerten Pulsweitenmodulation (PWM)**

8

<i>T</i> Drehmoment	<i>t</i> Zeit		
	DTC	Flußvektor	Open-loop-PWM
Einregelzeit	< 10 ms	10-20 ms	> 100 ms







**Vergleich herkömmlicher Motorregelverfahren mit DTC**

9

**Standardantriebe oder speziell projektierte Antriebe?**

Bisher haben industrielle Anwender zur Drehzahlregelung ihrer Motoren im Mittelspannungsbereich in der Regel anwendungsspezifische Antriebe bestellt. Ob ein Antrieb für Pumpen, Lüfter oder komplexere Maschinen gebraucht wird – im allgemeinen wird eine speziell «projektierte» Einzellösung gewählt. Einzellösun-

gen haben jedoch den Nachteil, daß nur ein sehr geringer Teil der Technologie oder Projektierungsarbeit wiederverwendet werden kann, so daß sie vergleichsweise teuer sind und lange Lieferfristen haben (im allgemeinen vier Monate).

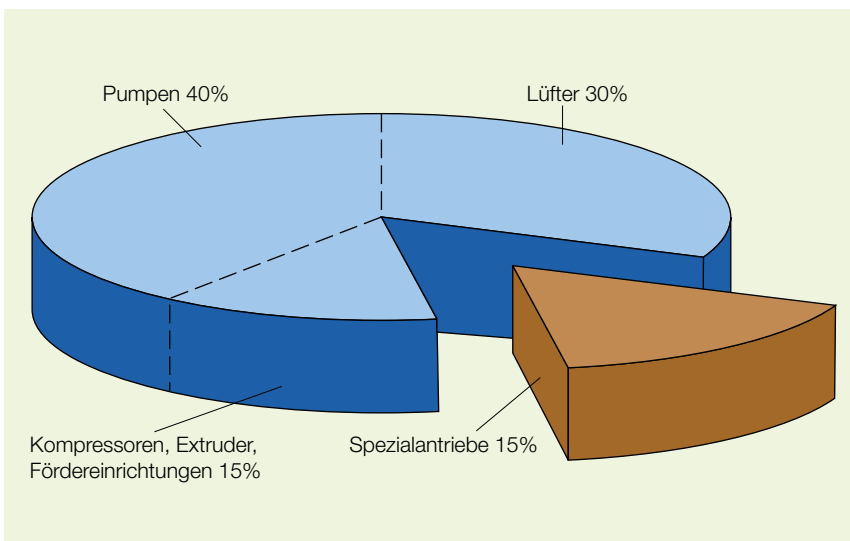
Nach einer von ABB durchgeführten Marktuntersuchung wird die Mehrzahl der Mittelspannungsantriebe für relativ einfache Anwendungen eingesetzt, wobei Pumpen, Lüfter, Kompressoren und För-

**Vorteile des ACS 1000**

Beim ACS 1000 kommen Standardkomponenten und Softwaretools sowie die gleichen Designgrundsätze zur Anwendung wie bei der Produktfamilie ACS 600 für den Niederspannungsbereich. Dies gilt auch für die Kommunikationsbusse und die Bedienerschnittstelle. Der ACS 600 hat sich bereits in vielen Anwendungen weltweit bewährt. Der Einsatz dieser praktisch erprobten Technologie und die Verwendung der gleichen Software gewährleisten für den ACS 1000 maximale Zuverlässigkeit.

**85 % der heutigen Anwendungen im Mittelspannungsbereich sind relativ einfach und können mit Standardantrieben ausgeführt werden.**

10



**Kürzere Lieferzeiten**

Die Lieferzeit für den ACS 1000 liegt zwischen 6 und 8 Wochen und beträgt somit nur die Hälfte der Lieferzeit, die viele andere Hersteller für Mittelspannungsdrehstromantriebe nennen. Der Grund hierfür ist hauptsächlich darin zu suchen, daß das Produkt nicht für jeden neuen Anwendungsfall neu projektiert werden muß. Auch die Standardisierung der Produktkomponenten für die gesamte von ABB gelieferte Palette von Antrieben sowie die Einführung modernster Supply-Management- und Produktionstechniken haben mit dazu beigetragen.

### Niedrigere Anschaffungskosten

Die Anschaffungskosten eines serienmäßigen Mittelspannungs-Drehstromantriebs liegen niedriger, weil sich der Hauptteil der Kosten für das Engineering auf viele Kunden verteilt und nicht jeder einzelnen Bestellung zugeschlagen wird. Ferner können die Benutzer davon ausgehen, daß die Antriebe zuverlässig sind, weil sie keine einmalige Spezialanfertigung sind, sondern bereits in einer Vielzahl von Anwendungen erprobt wurden.

Viele Betreiber setzen Niederspannungsantriebe in Anwendungen ein, in denen Mittelspannungsantriebe sinnvoller wären, nur weil letztere nach den Erfahrungen in der Vergangenheit teuer und unzuverlässig sind. Mittelspannungsantriebe können jedoch bereits deshalb wirtschaftlicher sein, weil beispielsweise Kabel und Schaltgeräte für niedrige Ströme ausgelegt werden müssen und dadurch preisgünstiger sind.

### Schnellere Montage und Inbetriebnahme

Da der ACS 1000 ein Standardprodukt ist, sind in der Regel für Montage und Inbetriebnahme nur 1 bis 2 Tage erforderlich. Dies ist eine erhebliche Zeitersparnis gegenüber dem Zeitaufwand von 5 bis 10 Tagen, der üblicherweise für speziell projektierte Antriebe benötigt wird.

Der ACS 1000 bietet auch viele der Vorteile, die anwendungsspezifisch projektierte Antriebe auszeichnen. Hierzu gehören die Einhaltung der Vorschriften für Oberwellenbelastung und EMV sowie eine integrierte Bibliothek von Anwendungsmakros zur raschen Konfiguration von Ein- und Ausgängen, für die Signalverarbeitung und andere Parameter.

Anders als andere Hersteller von Mittelspannungsantrieben prüft ABB jeden ACS 1000 unter den verschiedensten Lastbedingungen. Das erhöht die Betriebssicherheit des Gerätes und vermindert die Wahrscheinlichkeit von Problemen während der Inbetriebnahme. Die Anfangsausfallprüfungen, die für die Elektronik von speziell projektierten Antrieben und Standardan-

### Forschung und Entwicklung im Team

Im April 1995 wurde das ACS 1000-Entwicklungsprojekt gestoppt, um die Möglichkeit zu schaffen, ein neues, innovatives Leistungshalbleiterbauelement – den Integrated Gate Commutated Thyristor, kurz IGCT – zu nutzen. Die gesamte Entwicklungsarbeit wurde anschließend auf das Ziel ausgerichtet, die IGCT-Technologie in Mittelspannungsantrieben einzusetzen.

Einem Team von 65 Ingenieuren von ABB Drives, ABB Semiconductors und ABB Corporate Research wurde dann die Aufgabe gestellt, bis 1998 einen serienmäßigen Mittelspannungsantrieb auf der Basis von IGCTs bis zur Marktreife zu entwickeln. Dabei dienten die Ergebnisse einer im Jahr 1995 in Auftrag gegebenen Marktuntersuchung dazu, die Zielvorgaben für Kosten, Leistung, Zuverlässigkeit und Baugröße des ACS 1000 festzulegen.

Die gesamte Investitionssumme für das Projekt betrug 33 Millionen US\$, einschließlich einer Investition von 8 Millionen US\$ in eine neue Montage- und Prüfeinrichtung in Turgi, Schweiz. Mit dieser Einrichtung war es möglich, die Montagezeit von normalerweise 400 Stunden für speziell projektierte Antriebe auf 40 Stunden zu senken. Im ACS 1000 wurden 200 Mann-Jahre an technischen Entwicklungen wiederverwendet, einschließlich des DTC-Verfahrens und der Software der Produktfamilie ACS 600 für den Niederspannungsbereich.

Es wird damit gerechnet, daß sich mit dieser Investition die Jahresproduktion im Werk in Turgi bis zum Jahr 2000 auf 550 Einheiten erhöht.

trieben gleichermaßen erforderlich sind, werden im Herstellerwerk durchgeführt, so daß sich die am Montageort erforderliche Montage- und Inbetriebnahmezeit erheblich verkürzt.

Wie der Niederspannungsantrieb ACS 600 durchläuft der ACS 1000 eine Motoridentifikation. Dies vereinfacht die Inbetriebnahme, da alle wichtigen Motorkenn-daten anhand der Angaben auf dem Motorleistungsschild ermittelt werden.

### Nachrüstungsfreundlich

Nachrüstungsprojekte dürften einen der Hauptabsatzträger für den neuen Antrieb bilden; denn die von ABB durchgeführte Untersuchung belegt, daß nur 3 % der zur Zeit installierten Mittelspannungsmotoren mit Drehstromantrieben arbeiten.

Da der Standardantrieb ACS 1000 kompakt ausgeführt und einfach zu installieren und in Betrieb zu nehmen ist, bietet er sich vor allem für Nachrüstungsarbeiten in Anlagen an, die nur kurzzeitig abgeschaltet werden dürfen.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Nachrüstung ist der verfügbare Platz, weil der Platzbedarf des Ersatzgerätes selten schon beim Bau der Anlage berücksichtigt wird. Eine kompakte Bauweise ist auch bei neuen Anlagen ein wichtiger Faktor, bei denen die Kosten pro Quadratmeter ein Entscheidungskriterium sind, wie z. B. bei Pumpenantrieben auf Offshore-Plattformen oder in Pumpstationen von Wasserversorgungsanlagen.

### Literaturhinweise

- [1] Stillman, H. M.: IGCTs – Megawatt-Halbleiterschalter für den Mittelspannungsbereich. ABB Technik 3/97, 12–17.
- [2] Peltola, M.; Perala, S.; Bryfors, U. T.: ACS 600-Antriebe mit direkter Drehmomentregelung. ABB Technik 6/97, 31–39.
- [3] Aaltonen, M.; Tiitinen, P.; Lalu, J.; Heikkilä, S.: Direkte Drehmomentregelung von Drehstromantrieben. ABB Technik 3/95, 19–24.

### Adresse der Autoren

Sohail Malik  
Dieter Kluge  
ABB Industrie AG  
CH-5300 Turgi/Schweiz  
Telefax: +41 56 299 34 00  
E-mail:  
sohail.malik@chind.mail.abb.com  
dieter.kluge@chind.mail.abb.com