

# Direct Drive – ausreichend Kraft ohne Getriebe

## Permanentmagnete machen aus Drehstrommotoren bei niedrigen Drehzahlen „Muskelprotze“

Um bei Papiermaschinen eine noch höhere Zuverlässigkeit und eine weitere Senkung der Kosten zu erreichen, wurde das Ziel verfolgt, einen Direktantrieb mit hohem Drehmoment zu entwickeln. Dabei wurde bei den Arbeitspferden der Industrie angesetzt: den Induktionsmotoren, die elektrische Energie in mechanische Energie umformen. Durch den Einsatz von Permanentmagneten am Rotor werden Elektromotoren auch bei niedrigen Drehzahlen zum „Muskelprotz“.

„ABB hat traditionell bei der Entwicklung von neuen Konzepten und Technologien im Antriebsbereich die Nase vorn“, erläutert DI Robert Stadler, Verkaufsleiter Antriebssysteme Papier & Zellstoff bei ABB in Österreich. „Anfang der 60er Jahre, als noch mit Transmissionswellenantrieb gearbeitet wurde, hat ABB die ersten Gleichstrom-Mehrmotorenantriebe auf den Markt gebracht. Auch den Umstieg auf den Drehstrom-Mehrmotorenantrieb in der Papierindustrie haben wir als erster Hersteller vollzogen. Mitte der 90er Jahre haben unsere Ingeni-

ure und Techniker begonnen, über ein Antriebskonzept nachzudenken, das einen Verzicht auf Getriebe ermöglicht.“ Das Moment – die Kraft, die der Motor für die anzutreibende Welle zur Verfügung stellt – wird bei der klassischen Lösung über Getriebe und Verbindungselemente übertragen. Das sollte durch eine direkte Verbindung ersetzt werden. Die Schwierigkeit war, auch bei niedrigen Drehzahlen ein ausreichendes Moment zur Verfügung zu stellen. Gelingt dies nicht, bleibt der Motor stehen, weil er nicht imstande ist,

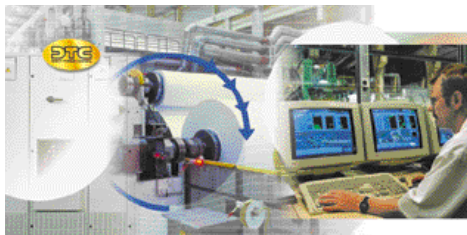
erlaubt auch einen tacholosen Betrieb der Papiermaschine.

### Das Prinzip der Permanentmagnete

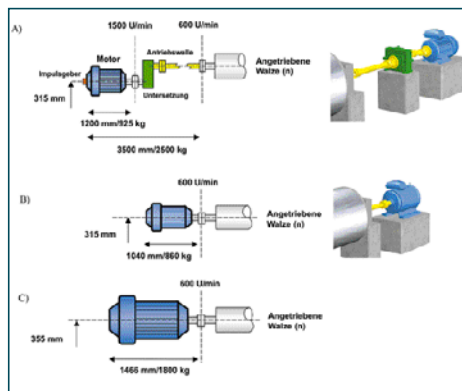
Im Gegensatz zu „normalen“ Magneten, bei denen Magnetfelder durch elektrischen Strom erzeugt werden, der von außen zugeführt wird, arbeiten Permanentmagnete mit dem Strom, der in den Atomen durch die Bewegung der Elektronen entsteht. In so genannten ferromagnetischen (magnetisierbaren) Stoffen wie etwa Eisen mit geringen Verunreinigungen bilden sich Elementarmagnete. Das sind kleine Bereiche, in denen die Magnetfelder der Atome in die gleiche Richtung orientiert sind. Die einzelnen Elementarmagnete weisen jedoch zunächst „chaotisch“ in völlig unterschiedliche Richtungen und müssen daher mit starken magnetischen Feldern einheitlich ausgerichtet werden. Erst dann kann ein Magnetfeld aus dem Inneren entstehen. Die Ordnung bleibt auch dann (permanent) erhalten, wenn das äußere Feld „abgeschaltet“ wird.

Diese Technik wird für kleine Motoren wie Stellmotoren im Wattbereich schon lange angewendet. Die Schwierigkeit lag darin, das Prinzip auch bei Motoren mit Leistungen in Größenordnungen bis 100 kW und mehr umzusetzen. Finnische ABB-Ingenieure haben das Konzept zur Serienreife entwickelt. Mitte 1999 wurde in einer Papiermaschine ein Gleichstromantrieb mit Getriebe mit dem „Direct Drive“ bei einer Leistung von 40 kW bei 234 Umdrehungen ersetzt. Anfang 2001 gingen zwei Kalandrantriebe mit Leistungen von 37 und 99 kW bei 600 bzw. 425 Umdrehungen pro Minute erfolgreich in Betrieb. Beide Systeme arbeiten

die Gegenkraft – das Lastmoment – zu überwinden. Das Ziel war daher, auch bei niedriger Drehzahl ein hohes Moment zu erreichen. Zwar lässt sich dies auch mit klassischen – jedoch stark überdimensionierten – Motoren erreichen, allerdings auf Kosten der Wirtschaftlichkeit: Die Motoren sind größer, schwerer und müssen mit höherem Aufwand gekühlt werden, damit sie letztlich die erforderliche Funktionalität erreichen. Die Lösung ist der Einsatz eines Permanentmagnet-Motors. Das ist ein Synchronmotor, dessen Rotor – das ist der innere, sich drehende Teil – mit Permanentmagneten aufgebaut ist. Der Synchronmotor



Papiermaschinen sind das erste Anwendungsgebiet für die Direct-Drive-Technologie.



Antriebskonfiguration mit gleichem Moment an der angetriebenen Walze. A: Antrieb, Getriebe und Antriebswelle eines konventionellen Drehstromsynchronmotors. B: Deutliche Gewichtsreduktion durch den Direktantrieb. C: Die Auslegung für einen konventionellen Drehstromsynchronmotor wäre doppelt so groß.

seit ihrer Inbetriebnahme problemlos. Zum Vergleich: konventionelle Motoren an Papiermaschinen laufen mit Drehzahlen zwischen 1.500 und 1.800 Umdrehungen.

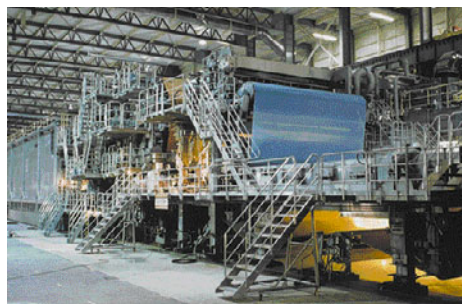
„Bei der Entwicklung der neuen Motorteknologie hat man sich zunächst auf Papiermaschinen-Anwendungen konzentriert“, berichtet Stadler. „Grundsätzlich ist der Einsatz überall dort sinnvoll, wo mittels eines mechanischen Getriebes mit einem angemessenen Übersetzungsverhältnis eine niedrigere Eintriebsdrehzahl eingestellt werden muss.“

### Eindeutig wirtschaftlich ...

Bei der Beurteilung des Einsparpotenziales beim Einsatz von Di-

sierbar gewesen sind.“ Zudem lasse sich Bauvolumen einsparen. Die Montage werde einfacher, die Fehleranfälligkeit geringer und die Ersatzteilhaltung einfacher: „Es ergibt sich also eine ganze Kette von Konsequenzen, deren Kostenwirksamkeit man mitberücksichtigen muss.“

Hinzu kommt, dass der vom Getriebe verursachte Wirkungsgradverlust entfällt. Dadurch wird zwar der (ohnedies schon hohe) Wirkungsgrad des Systems „nur“ in einer Größenordnung von etwa einem Prozent verbessert, doch wenn man bedenkt, dass Papiermaschinen 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr laufen, addiert sich auch diese scheinbare Quantität Négligeable zu einer beachtlichen Summe. Im Juni des Vorjahres wurde das Kon-



Durch den Einsatz von Direct-Drive-Motoren können Papiermaschinen künftig kompakter konstruiert werden.

rektantrieben statt von konventionellen Antriebssystemen für Papiermaschinen sind die Anschaffungskosten und die Kosten über die gesamte Lebensdauer maßgeblich. Die Anschaffungskosten für Getriebe, Kupplung, Zubehör und Ersatzteile wiegen dabei schwerer als der notwendige technologische Mehraufwand, der durch die Permanentmagnete verursacht wird.

Wirtschaftlichkeitsrechnungen gehen eindeutig zu Gunsten des Direktantriebs aus. Stadler: „Das Maschinenlayout ist neuen Überlegungen unterworfen. Wenn man Verbindungswellen und Getriebe nicht benötigt, kann man Motoren platzsparend anordnen. Es werden dann auch von der Seite des Maschinenbaues neue Lösungen möglich sein, an die man gegenwärtig vielleicht noch gar nicht denkt, weil sie mit den bisherigen Antrieben nicht reali-

zept anlässlich der Pulp&Paper Fachmesse in Helsinki dem interessierten Fachpublikum offiziell vorgestellt. Die neue Motorteknologie wird seitdem weltweit – auch in Österreich – angeboten. Der Einsatz ist in Neuanlagen sowie auch in Projekten, bei denen ein bestehender Antrieb ertüchtigt wird, sinnvoll. ABB wählt entsprechenden den Rahmenbedingungen die für den Kunden jeweils wirtschaftlichste Gesamtlösung aus. Zurzeit werden weitere Anwendungsbereiche erschlossen. „Die Leistung der ertriebelosen Motoren mit hohem Moment bei niedriger Drehzahl ist sukzessive erhöht worden und hat mittlerweile die Grenze des technisch sinnvoll Machbaren bei etwa 600 bis 700 kW erreicht“, berichtet Stadler. „Man experimentiert gegenwärtig bei ABB, um noch größere Motoren mit Permanentmagneten auszurüsten.“ p.k.

### Vielfacher Kundennutzen

ABB hat langjährige Erfahrung mit Antrieben und Steuerungen für Papiermaschinen und ist deshalb ein kompetenter Partner der Papier- und Zellstoffindustrie. Mit dem Direct Drive System wird ABB der Forderung nach immer effizienteren Papiermaschinen gerecht. Für den Kunden ergeben sich zahlreiche Vorteile:

- Reduzierte Kosten für Konstruktion, Bau und Montage der Papiermaschinen – eine Folge der geringeren Zahl von mechanischen Antriebskomponenten
- Verbesserte Laufleistung der Papiermaschine – ein Ergebnis des Synchronantriebs mit nur minimalen Vibrationen der Wellen und ohne Getriebeispiel
- Höhere Verfügbarkeit der Maschine – eine Folge der geringeren Zahl mechanischer Komponenten und der Verzicht auf Impulsgeber
- Geringere Wartungskosten – ein Ergebnis des einfacheren Systems mit weniger Komponenten und Ersatzteilen
- Verringerter Energiebedarf – eine Konsequenz reduzierter Gesamtverluste



Versuchsaufbau mit dem Direktantriebssystem im Forschungs- und Entwicklungszentrum von ABB in Helsinki.