

Umfassender Service

ABB bietet eine umfangreiche Palette von Serviceleistungen für den Bahnsektor

VINCENT MOINE, HARALD HEPP, SANDRO MACIOCIA – Auch wenn sich die Mehrzahl der Artikel in der *ABB Technik* mit neuesten Technologien und Produkten befasst, ist sich ABB durchaus bewusst, dass es viele Kunden im täglichen Betrieb nicht nur mit neuesten Produkten zu tun haben. So kann der Anlagenbestand eines typischen Kunden zum Beispiel über einen Zeitraum von 40 Jahren oder mehr aufgebaut und entwickelt worden sein und somit die verschiedenen technologischen Paradigmen dieser Zeit widerspiegeln. Aus diesem Grund hat ABB ein Portfolio von Dienstleistungen entwickelt, das Kunden dabei hilft, die damit verbundenen Herausforderungen zu bewältigen. Dank ihrer umfangreichen Wissensbasis ist ABB in der Lage, Serviceleistungen für Rollmaterial ganz gleich welchen Typs und Alters anzubieten und dieses Angebot auch auf Systeme anderer Hersteller auszudehnen. Die durchgeführten Arbeiten reichen von routinemäßigen Diagnosen und Instandhaltungsarbeiten bis hin zu Nachrüstungen, Überarbeitungen und umfangreichen Überholungen.

Früher war es üblich, dass Eisenbahngesellschaften ihre Instandhaltungs- und Engineeringarbeiten in eigenen, speziell für diesen Zweck unterhaltenen Werkstätten durchführten. In den letzten Jahren sind immer mehr Gesellschaften dazu übergegangen, solche Arbeiten an externe Auftragnehmer zu vergeben. Ein Grund hierfür ist die Entstehung vieler neuer Gesellschaften im Zuge der Liberalisierung. Um sich vorwiegend auf das operative Geschäft konzentrieren zu können, entscheiden sich viele dieser Unternehmen, die Instandhaltung an Spezialisten auszulagern. Doch nicht nur neue Betreibergesellschaften können von solchen Vereinbarungen profitieren. Bedingt durch die Tatsache, dass ein Großteil der al-

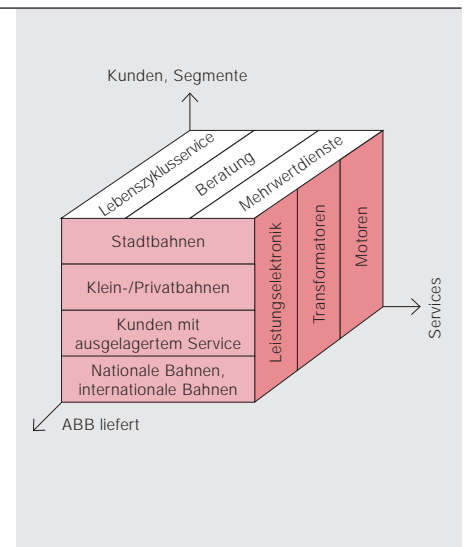
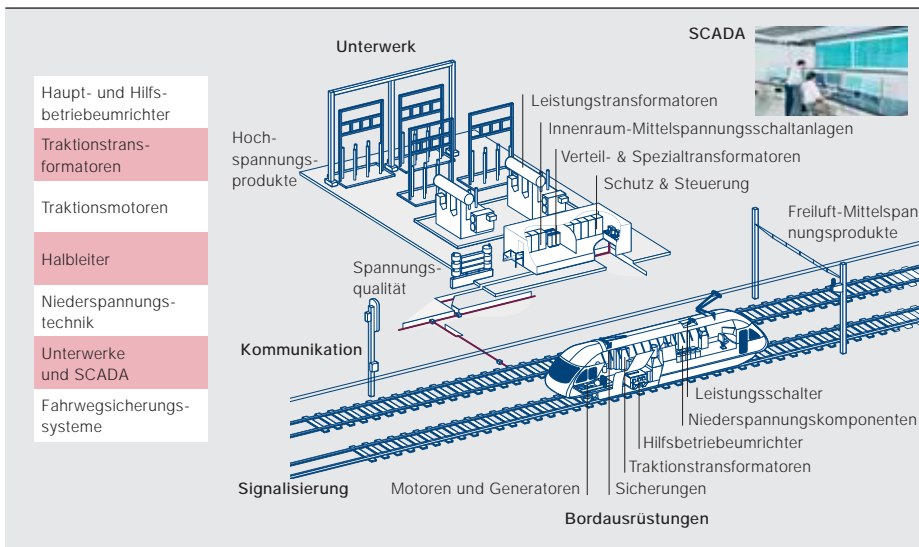
ternden Belegschaft in den Ruhestand geht, verlieren mittlerweile auch traditionelle Eisenbahngesellschaften Fachwissen. Hinzu kommt die Einführung moderner Technologien, deren Instandhaltung andere Qualifikationen erfordert.

Für ABB als Hersteller bietet die Bereitstellung von Serviceleistungen für Bahnbetreiber den zusätzlichen Vorteil, dass die gewonnenen Erkenntnisse über die Instandhaltungsanforderungen und das Verhalten der Systeme über ihre Lebensdauer hinweg in das Unternehmen zurückfließen und für zukünftige Entwicklungen genutzt werden können. Und dies kommt wiederum dem Kunden zugute.

Ein Blick auf das in den letzten Jahrzehnten gebaute Rollmaterial spiegelt die Entwicklung der Branche über diesen Zeitraum







Aufgrund des wachsenden Verkehrsaufkommens und der zunehmend schärferen Wettbewerbsbedingungen stellt eine Überholung für viele Bahngesellschaften häufig eine wirtschaftlich interessante Alternative zum Austausch dar.

wider. Noch bis vor etwa 20 Jahren waren die meisten Hersteller lokale Unternehmen, die für einen halb geschlossenen nationalen Markt produzierten. Die Lieferanten standen hierbei in fast symbiotischer Beziehung zu ihren Kunden. Seit der Öffnung dieser Märkte konzentriert sich die Fertigung zunehmend auf größere internationale oder sogar globale Unternehmen, was eine verstärkte Standardisierung von Plattformen und Komponenten ermöglicht. Aufgrund der Langlebigkeit der Produkte werden aber auch Züge, die vor dieser Entwicklung gefertigt wurden, noch viele weitere Jahre in Betrieb bleiben. Daher müssen die heutigen Service- und Instandhaltungsanbieter in der Lage sein, eine breite Palette von Designs und Technologien zu verstehen.

→ 1 zeigt eine Übersicht über die von ABB gefertigten Eisenbahnkomponenten, für die das Unternehmen auch Serviceleistungen anbietet. Diese reichen von der Ersatzteillieferung und Instandhaltungsplanung bis hin zu umfangreichen Nachrüstungen und Modernisierungen zur Sicherung eines effizienten und wirtschaftlichen Betriebs. Dabei stellt die Nachrüstung manchmal eine interessante Alternative zum Austausch dar. Das Serviceangebot von ABB trägt zur Reduzierung der Lebenszykluskosten, Verlängerung der Lebensdauer und Verbesserung der Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit bei und hilft somit, die Investitionen der Kunden zu schützen.

Serviceplanung

Die Erfassung und Analyse von Zustands- und Diagnosedaten über den Lebenszyklus von Betriebsmitteln hinweg ermöglichen

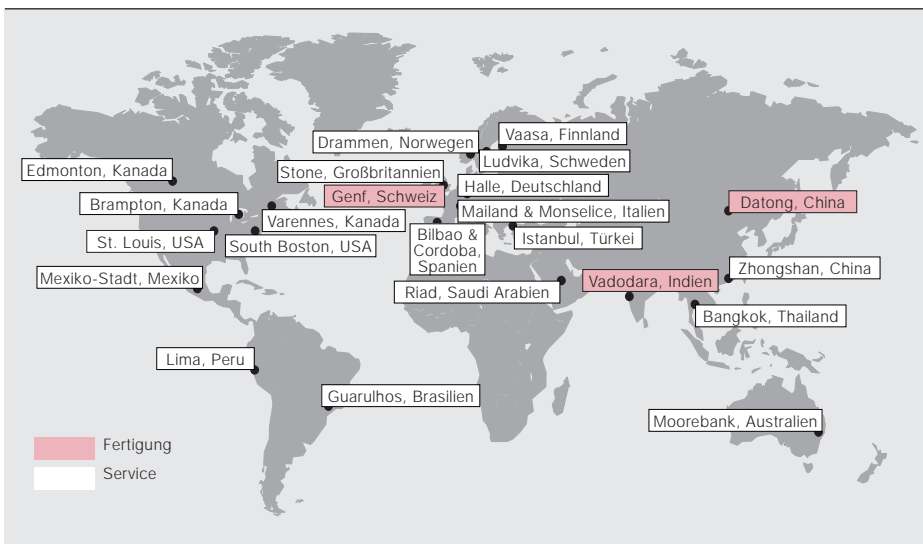
eine Umstellung von einer zeitabhängigen auf eine zustandsabhängige Instandhaltung. So können die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Betriebsmitteln maximiert und gleichzeitig die Kosten für Eingriffe und die damit verbundenen Ausfallzeiten reduziert werden.

Neben kleineren Reparaturen werden an Rollmaterial im Laufe der Nutzungsdauer häufig auch größere Engineeringarbeiten – typischerweise in Form einer Überholung nach der Hälfte der Lebensdauer (Midlife Overhaul) – vorgenommen. Die Lebensdauermitte teilt die Nutzungsdauer von etwa 30 bis 40 Jahren in zwei Abschnitte zu je 15 bis 20 Jahren. Dabei stellt der zweite Zeitraum ein optimales Intervall für umfangreichere Überholungen von Komponenten wie Transformatoren und Motoren dar. Außerdem bietet ein solcher Eingriff die Gelegenheit für konstruktive Änderungen (Designmodifikationen), entweder zur Anpassung an veränderte Anforderungen und Betriebsbedingungen oder zur Integration technologischer Weiterentwicklungen. So können zum Beispiel ältere GTO- oder thyristorbasierte Umrichter durch moderne IGBT-basierte Umrichter ersetzt werden, um einen wirtschaftlicheren und effizienteren Betrieb zu ermöglichen.

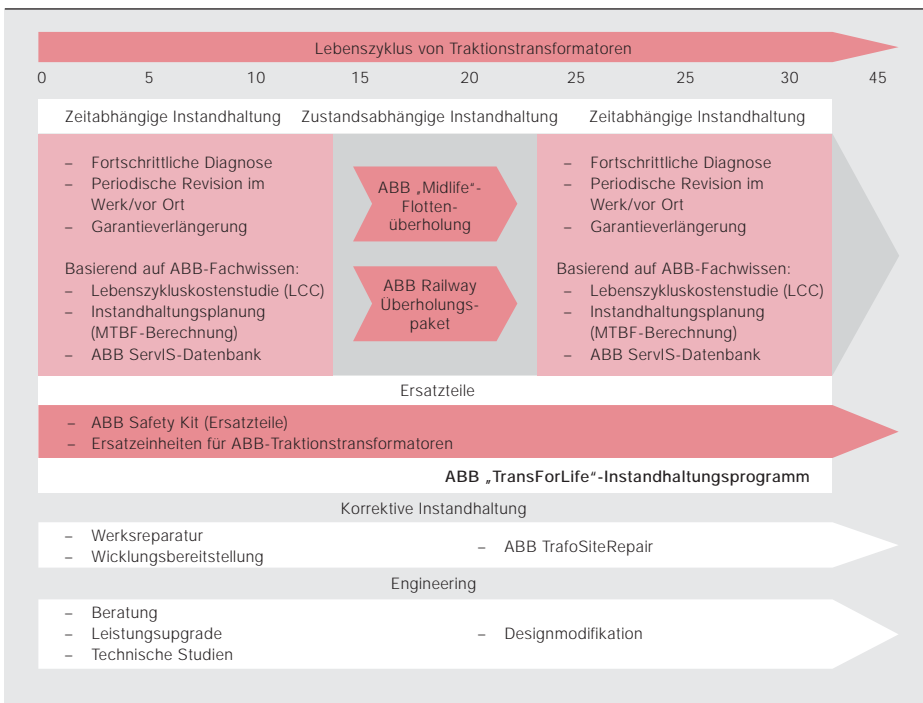
Transformatoren

Als Unternehmen, das von Beginn an bei der Drehstromelektrifizierung im Bahnsektor mitgewirkt hat, blickt ABB auf eine lange Tradition im Bereich der Bahntransformatoren zurück. Tatsächlich ist es nicht ungewöhnlich, dass 30 bis 40 Jahre alte Einheiten noch heute täglich in Betrieb sind. Mit der gesammelten Erfahrung und Dokumentation von Vorgängerunterneh-

2 Die globale Präsenz von ABB umfasst 30 Kompetenzzentren für Transformatoren mit rund 1.000 Experten



3 ABB TransForLife™-Servicelösungen für Traktionstransformatoren



men wie ASEA, BBC, SAAS, MFO und TIBB ist ABB bestens gerüstet, um umfangreiche Serviceleistungen für Bahntransformatoren anzubieten. Dabei ist das Know-how von ABB auf dem Gebiet der Transformatoren nicht auf Bahnanwendungen beschränkt. Dank ihrer umfassenden Kenntnisse ist ABB in der Lage, ihr bewährtes TransForLife™-Servicepaket auch für Traktionstransformatoren an Bord von Zügen anzubieten. Dies umfasst sowohl Instandsetzungen/Revisionen vor Ort und im Werk als auch Instandhaltungsverträge und die Bereitstellung von Ersatzteilen. Gleichsam profitieren Traktionstransformatoren von den Simulations- und Diagnosepaketen des Unternehmens¹. Schätzungs-

weise 70.000 Traktionstransformatoren von ABB sind heute im Einsatz. Doch der Wirkungsbereich des Unternehmens geht weit darüber hinaus, wie jüngste Projekte mit Transformatoren anderer Anbieter zeigen. Die globale Präsenz von ABB umfasst 30 Kompetenzzentren für Transformatoren mit rund 1.000 Experten weltweit → 2. Alle diese Zentren sind in der Lage, Serviceleistungen für Transformatoren anzubieten und Reparaturen zu unterstützen bzw. durchzuführen. Ein typischer Lebenszyklus eines Traktionstransformators ist in → 3 dargestellt. Die Abbildung zeigt, welche Services die ABB TransForLife™-Lösungen für die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus bieten.

4 Transformatoreninstandsetzung an SNCF-Lokomotiven der Baureihe BB 36000



Von 2008 bis 2009 führte ABB Werksinstandsetzungen an den Transformatoren von drei Lokomotiven der Baureihe BB 36000 der französischen Bahngesellschaft SNCF durch. Die Arbeiten umfassten folgende Punkte:

- Inspektion, Reinigung, Diagnosemessungen und Begutachtung
- Austausch der Aktivteile und Drosseln (Wicklungen und Kern)
- Austausch aller Dichtungen und beschädigten Zubehörteile wie Niederspannungs- und Hochspannungsdurchführungen, Ölstandsanzeiger, Ventile
- Revision der Pumpe und des Kühlsystems
- Elektrische Routineprüfungen nach IEC-Norm
- Ölanalyse nach der Instandsetzung

Die Transformatoren stammten nicht von ABB, sondern von einem französischen Mitbewerber. Mit der Durchführung dieser Arbeiten hat ABB einmal mehr ihre Fähigkeiten im Umgang mit Fremdprodukten unter Beweis gestellt.

Foto (oben): SNCF



Fußnote

- 1 Mehr über Traktionstransformatoren lesen Sie im Artikel „Nahverkehr im Wandel“ auf Seite 55 dieses Hefts.

5 „Midlife“-Überholung von Euroshuttle-Lokomotiven



Eurotunnel betreibt eine Flotte spezieller Bo'Bo'Bo'-Lokomotiven für die Pendelzüge, mit denen Pkw, Busse und Lkw durch den Kanaltunnel zwischen England und Frankreich transportiert werden. Da der Tunnel in über 100 m Tiefe unter dem Meeresspiegel verläuft, sind an beiden Enden des Tunnels Gefälle- bzw. Steigungsstrecken zu bewältigen. So müssen die Lokomotiven nicht nur in der Lage sein, mit den schwersten Zügen an diesen Abschnitten anzufahren, sondern auch die strengen Anforderungen hinsichtlich Brandschutz und Redundanz erfüllen, die aufgrund der besonderen Bedeutung und Länge des Tunnels gelten.

Im Rahmen eines Dreijahresvertrags erhielt ABB von 2006 bis 2008 den Auftrag zur Überholung der 15 Jahre alten Traktionstransformatoren von 17 Lokomotiven dieses Typs. Die vorbeugenden



Instandhaltungsarbeiten für jeden der 17 Transformatoren umfassten folgende Punkte:

- Ölanalyse, Interpretation und Empfehlung
- Inspektion, Reinigung und Diagnosemessungen
- Inspektion und Kontrolle des Aktivteils (Druck der Wicklungen, Distanzstücke)
- Mechanische Optimierung des Gehäuses (O-Ring-Dichtung)
- Austausch aller Dichtungen, Befüllung mit frischem Öl
- Spezielle Dichtheitsprüfung unter Druck mit warmem Öl
- Elektrische Routineprüfungen „als neuwertig“
- Ölanalyse nach der Überholung

Foto (links): Eurotunnel

6 Überholung von Traktionsmotoren der Matterhorn-Gotthardbahn



Die Matterhorn-Gotthardbahn (MGB) ist eine Schmalspurbahn, die unter anderem den autofreien Ferienort Zermatt am Fuße des Matterhorns bedient. Da einige Teile der MGB-Strecke mit Zahnstangen versehen sind, müssen die Züge sowohl mit Zahnrad- als auch mit Adhäsionsantrieb fahren können. In den letzten zwei Jahren erhielt ABB mehrere Aufträge von MGB für verschiedene Produkte und Dienstleistungen:

- Überholungs- und Instandsetzungsarbeiten
- Lieferung von kompletten Rotoren und Statorn
- Lieferung von Ersatzteilen
- Neue Wicklungen und Kommutatoren für Gleichstrommotoren

Foto: Matterhorn-Gotthardbahn

Einige Beispiele für kürzlich durchgeführte Modernisierungsprojekte sind in → 4 und → 5 aufgeführt.

Motoren

Ähnlich wie bei den Transformatoren reicht die Erfahrung von ABB auf dem Gebiet der Traktionsmotoren bis zu den Anfängen der Bahnelektrifizierung zurück. So wurden in den Werken der ABB-Vorgängerunternehmen bereits in den 1890er Jahren Traktionsmotoren gefertigt. Damit hat ABB einen umfangreichen Wissens- und Erfahrungsschatz „geerbt“ und ist heute nicht nur in der Lage, Traktionsmotoren nach dem neuesten Stand der Technik zu fertigen, sondern auch eine umfassende Palet-

und den Austausch von Verschleißteilen wie Lagern oder Bürsten, um die spezifizierte Anzahl von Betriebskilometern zu gewährleisten. Zu den Arbeiten gehört typischerweise auch das Waschen von Teilen in einer Spritzkabine und das anschließende Trocknen in einem Vakuumofen. Bei Bedarf können Motoren auch neu gewickelt und Teile ausgetauscht werden. Sind keine Ersatzteile mehr verfügbar, können Teile repliziert werden. Der Umfang der Austauscharbeiten kann von einzelnen Ersatzteilen über ganze Baugruppen (z. B. ein kompletter Stator oder Rotor) bis hin zu ganzen Motoren reichen. Bei einer kundeneigenen Ersatzteilbevorratung und Instandhaltung können Ersatzteile auch direkt an den Kunden geliefert werden.

Die globale Präsenz von ABB umfasst 30 Kompetenzzentren für Transformatoren mit rund 1.000 Experten weltweit.

an Serviceleistungen anzubieten, die von der Ersatzteillieferung bis hin zur Überholung und Instandsetzung von aktuellen und älteren Traktionsmotortypen reicht.

Die Überholung eines Traktionsmotors umfasst die sorgfältige Demontage, Kontrolle

Das Herzstück einer modernen Instandsetzung oder Überholung ist die Vakuum-Druck-Imprägnierung (VPI) von Statorwicklungen mithilfe der paten-

tierten Gemodur®-Technologie (für Gleichstrommotoren) oder der Veridur®-Plus-Technologie (für Wechselstrommotoren). Diese Imprägnierverfahren gewährleisten die Beständigkeit der elektrischen Isolierung gegen dauerhafte und schwankende

hohe Temperaturen sowie die mechanische Stabilität der Wicklungen und des Eisenkerns im Hinblick auf Vibrationen. Darüber hinaus bieten sie einen dauerhaften Schutz gegen Staub, Korrosion und Feuchtigkeit. Zum Abschluss der Instandsetzung bzw. Überholung wird der Motor ausgewuchtet, wieder montiert, abschließend getestet und mit einer Farbe auf Silikonbasis lackiert.

Neben diesen Instandsetzungsarbeiten, die vornehmlich zur Erhaltung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit des Motors dienen, können Motoren auch über ihre ursprünglichen Spezifikationen hinaus modifiziert und verbessert werden – zum Beispiel, um Änderungen der Betriebsspannung oder Stromversorgung Rechnung zu tragen oder um die Nennleistung oder Drehzahl des Motors zu erhöhen².

Ein Beispiel für ein jüngstes Projekt zur Modernisierung von Traktionsmotoren ist in → 6 beschrieben.

Umrichter

Umrichter spielen bei den meisten großen Modernisierungsprojekten für Schienenfahrzeuge eine bedeutende Rolle. Wenn Zugflotten normalerweise nach 15–20 Jahren renoviert werden, wünschen sich die Betreiber häufig auch eine Steigerung der

7 Hilfsbetriebeumrichter für das Schweizer Regionalbahn-Modernisierungsprojekt „Domino“



2006 starteten die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) ihr bisher größtes Modernisierungsprogramm für Regionalzüge. Das Projekt „Domino“ umfasst im Wesentlichen eine Generalüberholung der 20 Jahre alten Trieb- und Steuerwagen vom Typ NPZ* und den Austausch der 40 Jahre alten Zwischenwagen. Während Bombardier den Auftrag zur Lieferung der neuen Zwischenwagen erhielt, erfolgt die Generalüberholung der Trieb- und Steuerwagen in den SBB-eigenen Ausbesserungswerken in Yverdon und Olten. Der Auftrag für die neuen Heizungs- und Klimasysteme ging an Faiveley. Sowohl für die modernisierten als auch für die neuen Wagen wurden neue Hilfsbetriebeumrichter (mit 25 kVA bzw. 45 kVA) benötigt. ABB erhielt unabhängig voneinander sowohl von Faiveley als auch von Bombardier den Auftrag für diese Umrichter, woraus sich für den Kunden der zusätzliche Vorteil einer gemeinsamen Umrichterplattform und Ersatzteilbevorratung ergab. Bisher wurden im Rahmen des Projekts mehr als 300 Umrichter bestellt, und es bestehen Optionen auf weitere Lieferungen. Die statischen BORDLINE M-Umrichter** von ABB sind äußerst kompakte und robuste, aber

dennoch leichte Einheiten, die über eine galvanische Trennung, geregelte Gleich- und Drehstromausgänge, Filter und eine vollständige Steuerelektronik verfügen. Die skalierbare BORDLINE M-Plattform für eine Versorgungsspannung von 1.000 VAC/16,7 HZ arbeitet (wie die meisten anderen BORDLINE M-Serien) mit forcierter Luftkühlung. Darüber hinaus verfügen die Umrichter über eine Notstartfunktion.

Der Lieferzeitplan für dieses bedeutende Modernisierungsprojekt war sehr eng. Bereits zwei Monate nach Auftragsvergabe musste ein Prototyp der 45-kVA-Umrichter bereitgestellt werden. Die Serienlieferung begann im Juli 2008 mit bis zu vier Umrichtern pro Woche. Je nach Fortgang der Modernisierung werden die Lieferungen bis mindestens Ende 2011 andauern.

Fußnoten

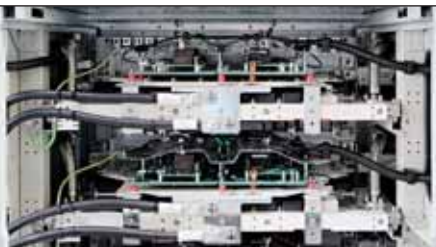
- * NPZ = Neuer Pendelzug
- ** Siehe auch „BORDLINE® M: Eine hocheffiziente AC/DC/DC-Umrichterarchitektur für die Stromversorgung an Bord von Zügen“, *ABB Technik* 2/2009, S. 35–41.

Motoren können auch über ihre ursprünglichen Spezifikationen hinaus modifiziert und verbessert werden, um etwa die Nennleistung oder Drehzahl zu erhöhen.



Fußnote

- ² Siehe auch „Standardisierung des Traktionsmotors“ auf Seite 66 dieses Hefts.



Der ICE1 ist der erste in Serie gefertigte Hochgeschwindigkeitszug Deutschlands. Nach rund 14 Betriebsjahren startete die Deutsche Bahn (DB) im Sommer 2005 ein umfassendes Modernisierungsprogramm, das unter anderem die Umgestaltung der Innenausstattung beinhaltet (die 2008 mit dem Brunel Award für herausragendes Design im Eisenbahnsektor ausgezeichnet wurde). Für die Triebköpfe erfolgte 2007 eine Ausschreibung mit dem Ziel, die alten Traktionsumrichter auf Thyristorbasis durch moderne IGBT-Umrichter zu ersetzen.

Hauptsächlich aufgrund der guten Ergebnisse im Bereich der Energieeffizienz und der Lebenszykluskosten bekam ABB im September 2008 den Auftrag zur Fertigung eines Prototyps. Innerhalb von nur 13 Monaten entwickelte und fertigte ABB die neuen Traktionsumrichter für zwei 4,8-MW-Triebköpfe der ICE1-Reihe. Die Nachrüstung eines Antriebsumrichters ist in vielerlei Hinsicht anspruchsvoller als die Entwicklung eines komplett neuen Antriebstrangs. So sind alle wichtigen Schnittstellen, insbesondere die physikalischen und logischen Schnittstellen zur Fahrzeugleittechnik (die beibehalten wurde) ebenso vorgegeben wie die Anschlüsse und elektrischen Eigenschaften der Motoren, des Transformators, des Kühlsystems sowie alle mechanischen Parameter.

Der neue Umrichter basiert auf der ABB-Dreipunkttopologie für Leistungsmodul und zeichnet sich durch geringe Oberschwingungen auf der Motor- und Netzseite aus. Dies sorgt unter anderem für eine Minimierung der Energieverluste und eine geringere Belastung (und somit längere Lebenserwartung) der Motoren. Im Vergleich zu den alten Thyristorumrichtern konnte der Energiebedarf um 15 % gesenkt werden. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf die Energiebilanz und Umweltverträglichkeit des Zugs aus, sondern trägt auch zur deutlichen Senkung der Betriebskosten (über 100.000 EUR pro Jahr und Zug) bei. Die alten Leistungsmodul wogen 300 kg und waren fast 1,5 m lang. Die IGBT-Module von ABB wiegen weniger als 35 kg bei einer Größe von 80 x 40 x 20 cm, d. h. sie können ohne Hebevorrichtung von einer Person ausgetauscht werden. Die hohe Modularität, verbesserte Zuverlässigkeit und eine hochentwickelte Wartungs- und Diagnosesoftware tragen ebenfalls zur Reduzierung der Wartungsanforderungen der ICE1-Flotte bei. Im November 2009 wurden die ersten erfolgreichen Testfahrten absolviert. Nach weiteren gründlichen Tests und der Wiederzulassung wird die DB entscheiden, ob weitere 36 ICE1-Triebköpfe mit dem neuen IGBT-Umrichter ausgestattet werden.

Foto (links): Deutsche Bahn

nennten häufig Anfragen von Serviceunternehmen, großen Werkstätten, Originalgeräteherstellern, Bahn- und Nahverkehrsunternehmen zum Austausch von Umrichtern erhält.

Die Traktionsumrichter von ABB basieren auf einer modularen Plattform, was den Vorteil kurzer Realisierungszeiten und eines geringen Entwicklungsrisikos bietet. Der erforderliche Engineering-Aufwand für die Anpassung von Umrichtern für ein bestimmtes Fahrzeug lohnt sich am meisten, wenn ganze Flotten oder Fahrzeugklassen modernisiert werden müssen. Kürzlich hat ABB Traktionsumrichter zur Nachrüstung eines deutschen Hochgeschwindigkeitszugs vom Typ ICE1 bereitgestellt → 8.

Ausblick

Da viele Eisenbahngesellschaften in aller Welt vor der Herausforderung stehen, ein wachsendes Verkehrsaufkommen unter zunehmend schärferen Wettbewerbsbedingungen zu bewältigen, stellt eine Überholung häufig eine wirtschaftlich interessante Alternative zum Austausch dar. Dank ihrer umfangreichen Erfahrung ist ABB in der Lage, entsprechende Serviceleistungen anzubieten, die auf die besonderen Anforderungen der Kunden und ihrer Ausrüstung zugeschnitten sind.

Leistung, Effizienz und Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger Senkung der Wartungskosten.

Hilfsbetriebeumrichter

Der Bedarf an elektrischer Leistung an Bord von Zügen ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Zugpersonal und Passagiere erwarten zunehmend HLK-Systeme (Heizung, Lüftung, Klima) und andere Annehmlichkeiten wie Fahrgastinformationen- und Unterhaltungssysteme, Steckdosen für Laptops und Vakuumtoiletten. Bei neuen Fahrzeugen gehören diese Einrichtungen größtenteils zum Standard³, und auch ältere Fahrzeuge müssen einen vergleichbaren Komfort bieten, wenn sie für die Fahrgäste weiterhin attraktiv bleiben sollen. Häufig sind die vorhandenen Versorgungssysteme für Hilfsbetriebe an Bord von Zügen nicht in der Lage, den heutigen Anforderungen zu genügen und müssen daher von Grund auf neu konstruiert werden. Ein Beispiel für ein aktuelles Nachrüstprojekt dieser Art ist in → 7 beschrieben.

Traktionsumrichter

Ein typisches Ziel bei der Modernisierung von Traktionsumrichtern ist die Steigerung der Effizienz und Fahrzeugleistung bei gleichzeitiger Reduzierung von Verschleiß, Wartungskosten und zum Teil auch des Gewichts⁴.

Während Komponenten wie Motoren und Transformatoren normalerweise im Rahmen der Überholung nach der Hälfte der Lebensdauer modernisiert werden, ist bei Traktionsumrichtern häufig ein Austausch sinnvoll. Der Grund hierfür liegt in der hohen Geschwindigkeit, mit der sich Technologien wie Halbleiter, Steuerelektronik und Software in den letzten 15 bis 20 Jahren weiterentwickelt haben. Häufig sind heutige Produkte so viel leistungsfähiger, wirkungsvoller und effizienter, dass eine Modernisierung und Erhaltung alter Systeme weder wirtschaftlich noch attraktiv ist. Hinzu kommt, dass Ersatzteile möglicherweise nur noch schwer zu beschaffen sind. Somit ist es nicht überraschend, dass ABB als unabhängiger Lieferant dieser Kompo-

Vincent Moine

ABB Sécheron SA, Traction Transformers
Genf, Schweiz
vincent.moine@ch.abb.com

Sandro Maciocia

ABB Automation Products, Electrical Machines
Birr, Schweiz
sandro.maciocia@ch.abb.com

Harald Hepp

ABB Automation Products, Traction Converters
Turgi, Schweiz
harald.hepp@ch.abb.com

Fußnoten

- 3 Siehe auch „Power für die Schiene: Elektrische Systeme von ABB machen Zugreisen komfortabler“, *ABB Technik* 2/2008, Seite 25–29.
- 4 Mehr über Traktionsumrichter lesen Sie im Artikel „Eine maßgeschneiderte Lösung“ auf Seite 60 dieses Hefts.