





Nahverkehr im Wandel

Traktionstransformatoren von ABB sorgen für die Mobilität von Millionen von Pendlern

CÉCILE FÉLON, HARRY ZÜGER – Ein Zug fährt aus einer ruhigen Vorstadt ins pulsierende Stadtzentrum, öffnet seine Türen und entlässt Hunderte von Passagieren auf den Bahnsteig. Kurz darauf schließen sich die Türen wieder, und der Zug beschleunigt mithilfe des Stroms aus den Oberleitungen innerhalb weniger Sekunden wieder auf 60 km/h. Einige Kilometer weiter bremst der Zug erneut ab und nähert sich dem nächsten Bahnsteig, wo noch mehr Pendler aussteigen. Dieser Vorgang wiederholt sich Stunde für Stunde, Tag für Tag, Jahr für Jahr. In Großstädten auf der ganzen Welt sorgen Traktionstransformatoren von ABB dafür, dass Millionen von Pendlern auf leise und effiziente Weise zur Arbeit gelangen.

Anders als Regionalbahnen, die zwischen Städten verkehren, verbinden Pendlerzüge Innenstädte mit den umliegenden Vororten in einem Umkreis von ca. 60 km. Diese Stadtbahnen befördern große Mengen an Passagieren unter anspruchsvollen Bedingungen.

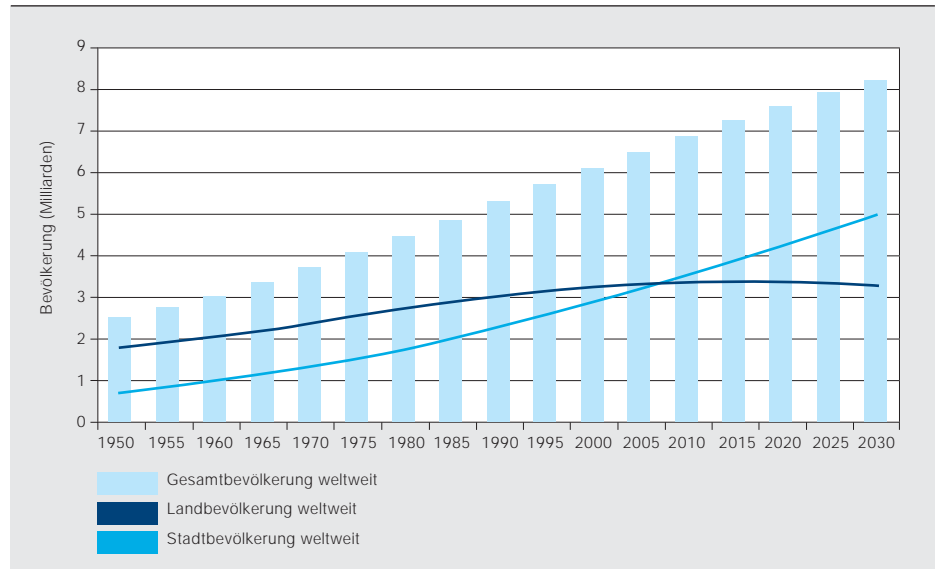
Aufgrund der häufigen Stopps müssen Pendlerzüge schnell abbremsten und beschleunigen, wodurch ihre Komponenten starken Belastungen ausgesetzt sind. Trotz dieser schwierigen Betriebsbedingungen wird von den Zügen unter allen Bedingungen höchste Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit erwartet.

ABB bietet kompakte, leichte und zuverlässige Traktionstransformatoren, die auf die spezifischen Anforderungen der Hersteller und Betreiber von Pendlerzügen

abgestimmt sind. Mit mehreren Tausend gefertigten Einheiten, die auf der ganzen Welt im Einsatz sind, gehört ABB zu den führenden Anbietern von Traktionstransformatoren weltweit und ist dank ihrer umfangreichen technischen Erfahrung in der Lage, Traktionstransformatoren bereitzustellen, die den besonderen Anforderungen im Pendlerverkehr gewachsen sind.

Verbesserung der urbanen Lebensqualität

Im Jahr 2008 lebte erstmals mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Stadtgebieten. Bis zum Jahr 2030 soll der Anteil der urbanen Bevölkerung auf 60 % anwachsen, Tendenz steigend. Schätzungen zufolge wird es bis 2015 weltweit 560 Städte mit mehr als einer Million Einwohner geben → 1.



Die Urbanisierung bringt große Belastungen für die vorhandene Verkehrsinfrastruktur mit sich, und in vielen Stadtgebieten drohen Verkehrsstaus von ungekannten Ausmaßen. Dies deutet sich in vielen Großstädten auf der ganzen Welt bereits an – angefangen bei deutschen Städten, wo Pendler durchschnittlich 65 Minuten bis zur Arbeit brauchen, bis nach China, wo die Fahrt zur Arbeit im Durchschnitt 83 Minuten dauert. Dies beeinträchtigt nicht nur die Lebensqualität der Menschen, sondern verursacht auch ein hohes Maß an lokaler Luftverschmutzung. Zur Lösung dieses dringenden Problems gehen immer mehr Städte dazu über, die Reichweite und Kapazität ihrer öffentlichen Verkehrsmittel auszubauen.

Als führender Anbieter von Antriebstechnologien unterstützt ABB die Städte in ihrem Kampf gegen Staus und Luftverschmutzung durch die Bereitstellung verschiedener Schlüsseltechnologien für mehrteilige elektrische Triebzüge (Electric Multiple Units, EMUs), die in vielen modernen Nahverkehrsnetzen auf der ganzen Welt eingesetzt werden. Diese Fahrzeuge sind wesentlich energieeffizienter als Dieselzüge und Busse und können mit relativ geringem Platzaufwand große Mengen an Passagieren befördern. Schätzungen zufolge kann jeder Pendler durch den Umstieg vom Auto auf die Bahn den CO₂-Ausstoß um 50 g/km senken [1].

Um Fahrgäste zu gewinnen, muss die Bahn jedoch mit günstigen Preisen, einem zuverlässigen Service und Komfort

überzeugen. Um dies zu gewährleisten, arbeiten die Bahnbetreiber häufig eng mit den Fahrzeugherstellern zusammen.

Esteröl besitzt hervorragende Eigenschaften bei hohen Temperaturen, wie sie beim starken Beschleunigen dieser Fahrzeuge häufig auftreten. Dank dieser innovativen Lösung bleibt die Effizienz des Transformators erhalten und der Kunde erhält ein biologisch abbaubares Produkt.

ABB-Erfolgsbilanz im Nahverkehr

ABB liefert Traktionstransformatoren an die Hersteller von Pendlerzügen auf der ganzen Welt. Durch die effektive Umsetzung innovativer Ideen und die Fähigkeit, weltweit zu agieren, hat sich das Unternehmen als ein führender Anbieter von

hochmodernen Traktionstransformatoren etabliert.

Durch das rapide Wachstum der Nahverkehrsnetze in den letzten fünf Jahren konnte ABB ihren guten Ruf noch weiter festigen. So lieferte das Unternehmen Transformatoren für Dutzende von Stadtbahnen in Europa und Indien und erschloss sich neue Märkte in Nordamerika und Afrika.

New Jersey

In den USA betreibt NJ (New Jersey) Transit ein Nahverkehrs-Schienennetz, das die Vororte von New York City, Newark, Trenton und Philadelphia bedient. Mit rund 252.000 Passagieren an jedem Wochentag ist NJ Transit das am viertstärksten genutzte Pendlernetz in Nordamerika. Anders als auf vielen europäischen Nahverkehrsstrecken werden hier anstelle von elektrischen Triebzügen elektrische Lokomotiven wie die ALP 46 (American Locomotive Passenger) von Bombardier eingesetzt. Diese Lokomotiven müssen in der Lage sein, unmittelbar aus dem Stillstand voll zu beschleunigen – eine Betriebsweise, die auf nordamerikanischen Strecken häufig gefordert ist. Diese unmittelbare Beschleunigung ist mit großen thermischen Belastungen verbunden, da die Systeme einem rapiden Temperaturanstieg ausgesetzt werden – eine Situation, die bei niedrigen Umgebungstemperaturen noch verstärkt wird. Um einen zuverlässigen Betrieb unter diesen schwierigen Bedingungen sicherzustellen, hat sich Bombardier entschlossen, die Lokomotiven mit Transformatoren von ABB auszustatten → 2.



Großraum Paris

Auch für die Triebzüge vom Typ SPACIUM setzt Bombardier auf Traktionstransformatoren von ABB. Diese Züge sollen von der staatlichen französischen Eisenbahngesellschaft SNCF im Rahmen einer umfassenden Erneuerung des landesweiten Regionalbahnnetzes in und um Paris eingesetzt werden. Die neuen Triebzüge basieren auf der AGC-Familie (Autorail à Grande Capacité) von Bombardier. ABB lieferte bereits Traktionstransformatoren für die AGC-Standardplattform und den universell einsetzbaren AGC XBiBi. Ausgehend von den bereits gewonnenen Erfahrungen bestand die größte Herausforderung für die ABB-Ingenieure beim SPACIUM-Projekt in der Bereitstellung von Transformatoren mit minimalen Geräuschemissionen. Dazu wurden besonders leise, dachmontierte Traktionstransformatoren und geräuscharme Kühlsysteme installiert.

Die Pendler- und Regionalzüge in und um Paris befördern jährlich rund 1 Milliarde Fahrgäste, was etwa 80 % des landesweiten Verkehrsaufkommens auf der Schiene entspricht. An dieser Zahl lässt sich die Bedeutung städtischer Schienennetze und ihr Potenzial zur Realisierung eines effizienten und zuverlässigen öffentlichen Nahverkehrs erkennen. In Paris konnte durch die Entwicklung des regionalen Schnellzugnetzes PER (Réseau Express Régional) die vorhandene Bahninfrastruktur erfolgreich mit dem Pariser Metronetz verknüpft werden, sodass das Stadtzentrum und die umliegenden Vorstädte durch ein effizientes und voll integriertes Verkehrssystem miteinander verbunden sind.

Regionalverkehr in Frankreich

Ein weiterer Baustein zur Erneuerung des französischen Regionalverkehrsnetzes ist die Anschaffung neuer Züge der Reihe Coradia Polyvalent von Alstom mit der Bezeichnung Régiolis. Ein Schwerpunkt bei der Entwicklung dieser modularen, vollständig niederflurigen Züge war eine größtmögliche Gewichtseinsparung. ABB erhielt den Auftrag zur Bereitstellung der Traktionstransformatoren. In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden entstand ein Transformator mit Gleichstrom-Netzfilterdrosseln und einer Hilfsbetriebeumrichter-Drossel mit einem Gesamtgewicht von nur 2.650 kg → 3.

Schweiz

Die Schweiz besitzt einige der am stärksten integrierten und effizientesten öffentlichen Verkehrssysteme der Welt. Zwar werden dort jährlich nur ca. 360 Millionen Passagiere befördert, doch bezogen auf die Bevölkerungszahl ergibt dies einen Durchschnitt von 49 Zugreisen pro Einwohner im Jahr, was die Schweizer zu den fleißigsten Bahnutzern Europas macht.

In den letzten sechs Jahren hat ABB eine Vielzahl von Traktionstransformatoren für den schweizerischen Eisenbahnmarkt geliefert. Im Jahr 2006 erhielt ABB von Stadler Rail den Auftrag zur Ausrüstung des ursprünglich für die Schweiz entwickelten FLIRT (Flinker Leichter Innovativer Regional-Triebzug) → 4. Auf der Grundlage dieses erfolgreichen Projekts folgten in den kommenden Jahren weitere Aufträge zur Ausrüstung von Zügen der FLIRT-Plattform für viele andere Län-

Im Jahr 2008 lebte erstmals mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Stadtgebieten. Bis zum Jahr 2030 soll der Anteil der urbanen Bevölkerung auf 60 % anwachsen, Tendenz steigend.



der wie Deutschland, Ungarn, Algerien, Finnland und Norwegen. Bis heute hat ABB fast 800 Traktionstransformatoren an Stadler Rail geliefert, und im Jahr 2009 überstieg die Gesamtzahl der für die FLIRT-Plattform bestellten Einheiten die 1.000er-Marke.

Auf der Grundlage der langen und erfolgreichen Partnerschaft der beiden Unternehmen entschloss sich Stadler Rail, auch die neue Generation von Doppelstocktriebzügen (DOSTO) für das Züricher S-Bahn-Netz mit der Antriebstechnik von ABB auszustatten. Mittlerweile liegen bereits weitere Bestellungen für

von Transformatoren für 172 Triebzüge für das Nahverkehrsnetz der indischen Stadt Mumbai. Bedingt durch das tropische Klima in Indien war das Projekt für die Ingenieure von ABB mit besonderen Herausforderungen verbunden, denn die Transformatoren mussten in der Lage sein, auch bei hohen Temperaturen eine hohe Energieeffizienz zu gewährleisten. Das Schienennetz in Mumbai ist eines der am intensivsten genutzten öffentlichen Verkehrsnetze der Welt. Allein auf den Strecken der Mumbai Suburban Railway werden täglich mehr als 6,1 Millionen Pendler befördert → 5.

Transformators erhalten und der Kunde erhält ein biologisch abbaubares Produkt, das bei der Außerbetriebnahme des Transformators geringere Kosten verursacht und während seiner Betriebsdauer eine geringere Gefahr für die Umwelt darstellt. Ein weiterer Vorteil ist der hohe Brennpunkt des Öls, durch den die britischen Sicherheitsbestimmungen für Eisenbahntunnel erfüllt werden können. Die neuen Züge werden von ScotRail im Großraum Glasgow eingesetzt.

In den letzten sechs Jahren hat ABB eine Vielzahl von Traktionstransformatoren für Züge vom Typ FLIRT für die Schweiz, Deutschland, Ungarn, Algerien, Finnland, Norwegen und andere Länder geliefert.

den DOSTO aus der Schweiz, Österreich und Deutschland vor, und die Zusammenarbeit verspricht ähnlich erfolgreich zu werden wie zuvor beim FLIRT.

Indien

Im Jahr 2004 erhielt ABB von Siemens Mobility den Auftrag zur Bereitstellung

ScotRail → 5. Statt des herkömmlichen Mineralöls verwendete ABB Esteröl als Kühlmittel für die Transformatoren. Esteröl besitzt hervorragende Eigenschaften bei hohen Temperaturen, wie sie beim starken Beschleunigen dieser Fahrzeuge häufig auftreten. Dank dieser innovativen Lösung bleibt die Effizienz des

Schottland

Im Rahmen eines weiteren Projekts mit Siemens Mobility erhielt ABB den Auftrag zur Bereitstellung von umweltfreundlichen, hocheffizienten Einsystem-Transformatoren für eine neue Generation von Nahverkehrszügen des Typs Desiro für das schottische Eisenbahnunternehmen

Algerien

Im Jahr 2006 bestellte die staatliche algerische Eisenbahngesellschaft SNTF bei Stadler Rail 64 neue Züge vom Typ FLIRT (mit Traktionstransformatoren von ABB), die im Nahverkehr rund um die Hauptstadt Algier eingesetzt werden sollen. Das Besondere an diesen Zügen ist, dass sie für eine Passagierdichte von bis zu 10 Personen pro Quadratmeter und den Betrieb bei Temperaturen von bis zu 55 °C ausgelegt sind.

Bei diesem Projekt werden die Vorteile der Standardisierung deutlich. Während die Kühlung des FLIRT-Transformators ursprünglich für 15 kV ausgelegt wurde, wird das gleiche System im algerischen FLIRT mit 25 kV betrieben. Damit steht eine größere Kühlreserve zur Verfügung, mit der der Zug entweder bei höheren Umgebungstemperaturen oder einer höheren Leistung betrieben werden kann.

Südafrika

Der südafrikanische Gautrain ist ein 80 km langes Nahverkehrssystem, das die Städte Johannesburg und Pretoria



mit dem Tambo International Airport verbindet. Die Provinz Gauteng hat 10 Millionen Einwohner (rund ein Fünftel der Gesamtbevölkerung) und bildet das wirtschaftliche Zentrum Südafrikas. Etwa ein Drittel des Bruttoinlandsprodukts wird dort erwirtschaftet. Als Lieferant der Antriebstechnik für die 24 elektrischen Züge mit einer Reisegeschwindigkeit von bis zu 160 km/h spielt ABB eine bedeutende Rolle im Gautrain-Projekt → 6.

Die SPACIUM-Triebzüge basieren auf dem AGC (Autorail á Grande Capacité). Sowohl die Traktionstransformatoren vom AGC als auch vom SPACIUM kommen von ABB.

Der Gautrain ist eine Variante des preisgekrönten Electrostar von Bombardier, der in Großbritannien weit verbreitet ist und ebenfalls von ABB-Traktionstransformatoren angetrieben wird.

Um die besonderen Anforderungen des Gautrain in puncto Beschleunigung, Geräuschemissionen und Beständigkeit gegen das afrikanische Klima zu erfüllen, wurden einige Veränderungen am standardisierten Design der Electrostar-Transformatoren vorgenommen. Das Ergebnis ist eine erstklassige Antriebslösung mit einem unschlagbaren Preis-Leistungs-Verhältnis. Eine der wichtigsten Modifikationen war eine 40%ige



Das Werk von ABB Sécheron in Genf ist das weltweite ABB-Kompetenzzentrum für Traktionstransformatoren

Aufbauend auf ihrer jahrzehntelangen Erfahrung auf dem Gebiet der Traktionstransformatoren arbeitet ABB kontinuierlich daran, das Gewicht ihrer Transformatoren zu reduzieren und gleichzeitig eine bestmögliche Leistungsfähigkeit zu gewährleisten. Hauptantriebsfeder für diese Bemühungen war und ist der Markt für Nahverkehrs- und Hochgeschwindigkeitszüge, in dem sich jedes Kilogramm auf die Betriebskosten und die Geschwindigkeit auswirkt.

Bei der Konstruktion von ABB-Traktionstransformatoren spielt das Gewicht von Anfang an eine wichtige Rolle. Sobald das Zielgewicht festgelegt ist, wird der Transformator mithilfe der besten verfügbaren Technologien entwickelt, um dieses Ziel zu erreichen. Die Ingenieure von ABB arbeiten eng mit Forschungs- und Entwicklungspartnern der Industrie zusammen, um sicherzustellen, dass die besten Isolationskomponenten eingesetzt werden, um eine Reduzierung des Gewichts ohne

Beeinträchtigung der dielektrischen Eigenschaften zu ermöglichen.

Die Konstruktion eines Transformators muss in der Lage sein, die vom Kunden geforderten Lastzyklen mit dem geringstmöglichen Gewicht an Kupfer zu bewältigen, das zur Vermeidung einer Überhitzung erforderlich ist. Um Oberschwingungsverluste zu minimieren, werden verdrehte Leiter verwendet, und in manchen Fällen lässt sich durch die Integration der Umrichterdröseln in das Transformatorgehäuse, wo diese von der hydraulischen Kühlung profitieren, eine zusätzliche Gewichtsreduzierung erzielen. Spezielle Software hilft dabei, den Mindestabstand zwischen der Wicklung und dem Gehäuse des Transformators zu bestimmen, um eine kompakte Größe des Transformators sicherzustellen, ohne dass die vom Kunden geforderten Werte für den äußeren magnetischen Fluss überschritten werden.

Das Gewicht des Gehäuses, ganz gleich ob aus Stahl oder Aluminium, wird mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) optimiert, um eine maximale mechanische Robustheit bei minimalem Gewicht zu erzielen. Die meisten Transformatoren dieser Art verfügen über eine oder zwei in das Gehäuse integrierte Kühleinheiten. Dadurch wird das hydraulische System vereinfacht und jeder Transformator zu einer eigenständigen, selbstkühlenden Einheit. Solche Kühlsysteme mit geräuscharmen Lüftern (< 93 dB) sind äußerst kompakt und effektiv.

Leistungssteigerung zur Verbesserung der Zugbeschleunigung.

Unangefochtene Führungsposition

ABB arbeitet eng mit führenden Herstellern der Eisenbahnindustrie zusammen und hat die Traktionstransformatoren für zahlreiche Nahverkehrszüge bereitgestellt. Diese Transformatoren haben bereits unzählige Betriebsstunden in aller Welt absolviert und Millionen von Menschen auf dem Weg zur Arbeit oder in ihrer Freizeit begleitet.

Cécile Félon

Harry Züger

ABB Power Products

Genf, Schweiz

cecile.felon@ch.abb.com

harry.zueger@ch.abb.com

Literaturhinweis

- [1] Michaelis, L. (2009): „Living Witness Project. Your contribution to climate change“.
http://www.livingwitness.org.uk/home_files/Calculating%20GHG%20emissions.pdf
(Abruf im April 2010)