

# railfocus

Bahntechnik Magazin

>> MEE-NT  
auch im Nahverkehr  
Seite 6

>> Für Straße, Offroad  
und Schiene  
Seite 14

>> Mit dem TGV von  
Paris nach Stuttgart  
Seite 16



# INHALT



Foto: Siemens



Foto: Transrapid International



Foto: Bombardier



Foto: ALSTOM

3	Editorial
4	Ilha Formosa
6	MEE-NT jetzt auch für den Nahverkehr
9	In der Stadt und auf dem Land
10	Netzurückwirkungen leistungselektronischer Stellglieder
14	Für Straße, Offroad, Schiene
16	Mit dem TGV von Paris nach Stuttgart
18	Vernünftig mit der Energie umgehen
21	Rail Solution Asia in Taipeh
22	Es bleibt kühl

## Rail Focus Bahntechnik Magazin Herausgeber

SMA Regelsysteme GmbH  
Hannoversche Str. 1-5  
34266 Niestetal  
Germany  
Tel +49 561 95 22 - 0  
Fax +49 561 95 22 - 100

## Verantwortlich für den Inhalt

Dirk Wimmer  
dirk.wimmer@SMA.de

## Koordination

Susanne Günther  
susanne.guenther@SMA.de

Rail Focus Bahntechnik Magazin erscheint zweimal jährlich

Deutsche Ausgabe: 1.500

Internationale Ausgabe: 750

Alle Warenzeichen werden anerkannt, auch wenn sie nicht gesondert gekennzeichnet sind. Fehlende Kennzeichnung bedeutet nicht, eine Ware oder ein Zeichen seien frei. Nachdrucke, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers. Gedruckt auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier.

© 2004 SMA Regelsysteme GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Liebe Leserin, lieber Leser,

wir freuen uns, Ihnen heute die erste Ausgabe unseres neuen Bahntechnik Magazins vorstellen zu können.

Wir möchten Sie mit unserem Rail Focus aus erster Hand aus dem SMA-Geschäftsbereich Bahntechnik informieren, Ihnen einzelne Projekte vorstellen sowie Wissenswertes rund um den Einsatz der SMA Systeme vermitteln.

Für die Technikfans unter Ihnen greifen wir regelmäßig spezielle Themen auf und wollen Ihnen damit ein Teil unserer langjähri-

gen Erfahrung und unseres breitgefächerten Know-hows in Form von Fachartikeln weitergeben.

Bei der Informationsflut, die jeden von uns täglich erreicht, möchten wir die wesentlichen Dinge schnell, übersichtlich und leicht verständlich präsentieren. Wir wünschen uns, dass Ihnen das Lesen und Stöbern im Rail Focus Spaß macht.

An diesem Anspruch wollen wir uns messen lassen und freuen uns schon jetzt über Ihre Kritik und Ihre Anregungen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen die  
Bereichsleitung Bahntechnik

Roland Grebe

Birgit Wilde



# Ilha Formosa!



SMA liefert Energieversorgungen für Metro in Taiwan

Vor mehr als 400 Jahren passierten die ersten Europäer eine Insel im chinesischen Meer. Mit an Bord des portugiesischen Schiffes war der holländische Navigator Jan Huygen van Linschoten, der bei ihrem Anblick „Ilha Formosa“ ausrief. Was soviel wie ‘wunderschöne Insel’ bedeutet.

von Dirk Wimmer



‘Formosa’ steht noch heute für Taiwan. Tatsächlich ist Taiwan nicht nur einer der asiatischen Tigerstaaten, es ist auch eine subtropische Insel, mit erstaunlicherweise unberührten Wäldern, einsamen Gebirgszügen und abgelegenen, traumhaften Sandstränden. Ursprünglich hauptsächlich von Polynesiern besiedelt, stellen heute Chinesen den überwiegenden Teil der insgesamt 22 Mio. Einwohner, die im Wesentlichen im flachen westlichen Teil der Insel leben. Taiwan gilt damit als das am zweitdichtesten besiedelte Land der Welt, obwohl der gebirgige Osten nur spärlich bewohnt ist.

An der Südspitze Taiwans liegt Kaohsiung mit ca. 1,5 Mio. Einwohnern. Nach Taipeh ist sie die zweitgrößte Stadt Taiwans. Rechnet man die umliegenden Städte dazu, so leben ca. 3,5 Mio. Menschen



**Maskottchen der Metrogesellschaft Kaohsiung**

dort. Geprägt wurde Kaohsiung durch die Schwerindustrie, vor allem Stahl und Schiffbau, und vom Containerhafen. Der Containerhafen ist nach Hongkong und Singapur der drittgrößte der Welt. Er könnte diese locker hinter sich lassen, wenn direkter Handel mit der Volksrepublik China möglich wäre.

Im Gegensatz zu Taipeh ist der Straßenverkehr in Kaohsiung weit weniger hektisch und von Staus geplagt. Dennoch stellt der Straßenverkehr zusammen mit der Luftverschmutzung die wesentliche Motivation für weitreichende Infrastrukturmaßnahmen dar.

Zur Zeit befindet sich die ganze Stadt Kaohsiung im Bauieber. Die erste Metro wird komplett neu gebaut. Insgesamt entsteht ein zum großen Teil unterirdisches Streckennetz von 28 km und 23 Stationen für die „Rote Linie“ und 14 km bzw. 14 Stationen für die „Orange Linie“. Weitere Linien und ein Straßenbahnnetz sind geplant.

Neben den Strecken, Bahnhöfen und Depots werden auch die Fahrzeuge komplett neu gebaut. Dabei ist der Terminplan ehrgeizig. So soll



len die ersten Züge Anfang 2007 auf einer Teilstrecke den Fahrbetrieb aufnehmen. Anfang 2008 wird dann der Betrieb auf die gesamte Strecke und alle Fahrzeuge ausgeweitet.

2001 erhielt Siemens den Auftrag, neben Signal- und Leittechnik sowie Oberleitungsbau und Gesamtpro-

jektleitung auch 42 Metrozüge mit jeweils drei Wagen zu liefern. Jeder Metrozug wird mit zwei Energieversorgungssystemen MEE-NT<sup>SD</sup> von SMA ausgerüstet sein.

MEE-NT<sup>SD</sup> ist der neue Name für alle Energieversorgungssysteme für den Nahverkehr (Metro, Straßenbahn und Regionalzüge). Auch die

Systeme für die CITADIS<sup>®</sup> Regio-Tram Kassel und den CORADIA LIREX<sup>®</sup> Stockholm gehören zur neuen Produktfamilie. MEE-NT<sup>SD</sup> basiert auf der bewährten Technologieplattform MEE-NT (siehe Beitrag S. 6–8).

#### Depot für Metro Kaohsiung im Bau



#### Designentwurf der Züge für Metro Kaohsiung



# MEE-NT – jetzt auch im Nahverkehr

Seit 1999 ist das mehrspannungsfähige Energieversorgungssystem MEE-NT bei verschiedenen europäischen Betreibern im Einsatz. Mit dieser Innovation realisierte SMA erstmals eine galvanische Trennung im Eingang durch einen resonant schaltenden Eingangsumrichter, der ohne elektromechanische Umgruppierung an allen UIC-Eingangsspannungen betrieben werden kann. Inzwischen sind mehr als 250 Reisezugwagen mit mehrspannungsfähigen MEE-NTs ausgerüstet worden und beweisen im täglichen Einsatz auf Europas Schienenwegen ihre Zuverlässigkeit.

Für Nah- und Fernverkehr  
**MEEKonzept** 

von Dirk Wimmer



**ALSTOM CORADIA LIREX® für die Lokaltrafik Stockholm, ausgerüstet mit MEE-NT<sup>SD</sup>, während der Endmontage bei ALSTOM LHB**



**Eingangsumrichter MEE-NT<sup>SD</sup> des ALSTOM CORADIA LIREX® für die Lokaltrafik Stockholm**

## MEE-NT als Technologieplattform

Mit dem MEE-NT verfügt SMA über eine moderne, erprobte Plattform für Energieversorgungssysteme für den Nah- und Fernverkehr. Die technologischen Errungenschaften des MEE-NT kommen sowohl beim MEE-NT<sup>SD</sup> („SD“ für „Short Distance“) als auch beim MEE-NT<sup>LD</sup> („LD“ für „Long Distance“) zur Geltung:

- Einfache und kostengünstige Anpassung an verschiedene Anwendungsfälle durch ein modulares Systemkonzept
- Gewichtsoptimale Systeme durch galvanische Trennung im Eingangsumrichter mit HF-Transformatoren



Foto: ALSTOM LHB



Foto: ALSTOM LHB

ALSTOM CITADIS® für die RegioTram Kassel, ausgerüstet mit MEE-NT<sup>SD</sup>

- Kompakter Aufbau durch sehr guten Wirkungsgrad auf Grund resonant schaltender Leistungsteile
- Optional Teillastfähigkeit ohne forcierte Belüftung durch spezielle Anordnung der Kühlkörper
- AC-Ausgangsspannungen in Netzqualität mit belastbarem Neutralleiter ohne zusätzlichen 50 Hz-Transformator
- Hoher Leistungsfaktor und geringe Netzurückwirkungen im Eingang und hohe Ausgangsspannungsqualität durch digitale Regelung
- Einfache Wartung, Analyse und Instandsetzung durch modernes Diagnosesystem und modularen Aufbau

### MEE-NT<sup>SD</sup>

MEE-NT<sup>SD</sup> ist als Baukasten für verschiedene Anwendungen verfügbar. Jedes MEE-NT<sup>SD</sup> besteht aus einem Eingangsumrichter mit galvanischer Trennung durch HF-Transformatoren und einer beliebigen Anzahl von Ausgangsmodulen. Dabei sind Lösungen für alle im Nahverkehr üblichen Netzspannungen verfügbar. Dreiphasige Wechselrichter und Batterieladegeräte komplettieren als Ausgangsmodule das System.

Da bei fast allen Systemen ein Gleichspannungsausgang zur Batterieladung und zur Versorgung der angeschlossenen Gleichspannungsverbraucher vorgesehen ist, wurde

beim MEE-NT<sup>SD</sup> ein Eingangsumrichter entwickelt, in dem optional das Batterieladegerät bereits integriert ist. Dies senkt die Systemkosten und verringert gleichzeitig Platzbedarf und Gewicht.

Auch bei der Entwicklung der Gehäuse wurden neue Wege beschritten. So stehen erstmals schweißfreie Behälter zur Unterflurmontage oder zum Dachaufbau zur Verfügung. Diese Behälter können wahlweise in Stahl, Edelstahl oder Aluminium ausgeführt werden und überzeugen durch ihr geringes Gewicht.

### MEE-NT<sup>LD</sup>

Das mehrspannungsfähige MEE-NT<sup>LD</sup> wurde seit seiner Markteinfüh-

## HINTERGRUND

zung im Jahr 1999 kontinuierlich weiterentwickelt und steht nun als vollständiger Baukasten zur Verfügung.

So können mehrspannungsfähige Eingangsumrichter mit einer beliebigen Anzahl von Ausgangsmodulen kombiniert werden. Als Ausgangsmodule stehen Batterieladegeräte und dreiphasige Wechselrichter zur Verfügung. Diese Drehrichter können festfrequent oder frequenzvariabel betrieben werden und bilden bei Bedarf einen belastbaren Neutralleiter ohne zusätzlichen Transformator.

Eine Vielzahl von Optionen wie z. B. automatische Zugsammelschienenenerfassung, Batteriewechselrichter oder Diagnosedisplays runden die Produktpalette ab.



Doppelstockschlafwagen der CityNightLine, ausgerüstet mit dem mehrspannungsfähigen MEE-NT<sup>LD</sup>

### Leistungselektronikmodul des MEE-NT<sup>SD</sup> CORADIA LIREX® Stockholm



### MEE-NT<sup>SD</sup> für ALSTOM CITADIS® RegioTram Kassel



# In der Stadt und auf dem Land

## Roll-Out der RegioTram Kassel

Unter Trommelwirbel und Blitzlichtgewitter rollte am 6. Juli 2004 die erste RegioTram für Nordhessen aus der Halle des Bahntechnikherstellers ALSTOM LHB in Salzgitter. Die ersten acht Fahrzeuge werden ab Dezember 2004 die Städte Kassel und Warburg im Linienverkehr verbinden.

von Dirk Wimmer



**Roll-Out des ersten Regio CITADIS® von ALSTOM für den Großraum Kassel, ausgerüstet mit MEE-NT<sup>SD</sup>**

18 der insgesamt 28 aus der Regionalstadtbahnfamilie Regio CITADIS® stammenden Fahrzeuge sind Mehrsystemfahrzeuge, die sowohl im Kasseler Straßenbahnnetz als auch im Netz der Deutschen Bahn AG fahren. Die übrigen zehn sind neuartige Hybridfahrzeuge, die elektrisch mit 750 V DC wie auch dieselelektrisch betrieben werden können: Sie fahren in der Stadt unter der Fahrleitung der Straßenbahn, der integrierte Dieselantrieb ermöglicht einen vollwertigen Betrieb auf nicht elektrifizierten Eisenbahnstrecken des Umlandes. Nach umfangreichen Testfahrten werden die ersten acht Fahrzeuge ab Dezember 2004 zwischen Kassel und Warburg im Linienverkehr eingesetzt. 2005 und 2006 folgen dann die Strecken Kassel–Wolfhagen bzw. Kassel–Melsungen.

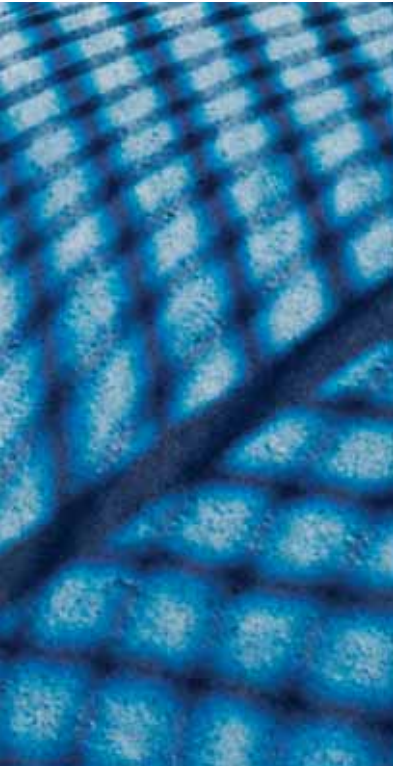
Für die Fahrzeuge der RegioTram Kassel liefert SMA im Auftrag von ALSTOM Energieversorgungen zur redundanten Versorgung des Bordnetzes und für die unabhängig von einander regelbaren Klimaanlage. Auf Basis der Nahverkehrsplattform MEE-NT<sup>SD</sup> hat SMA eine innovative und besonders leichte Lösung für die Fahrzeuge realisiert, die indivi-

duell auf die Anforderungen im Kasseler Straßenbahnnetz und im Regionalnetz der DB zugeschnitten wurde.

Link: [www.regiotram.de](http://www.regiotram.de)

**Großer Bahnhof für den neuen Zug: Vertreter von ALSTOM, dem Nordhessischen Verkehrsverbund sowie der lokalen Politik**





# Netzurückwirkungen leistungselektronischer Stellglieder

Energieversorgungssysteme für Schienenfahrzeuge können ihre Umgebung beeinflussen. Diese Beeinflussung muss auf ein Maß begrenzt werden, dass andere Betriebsmittel nicht unzulässig in ihrer Funktion beeinträchtigt werden und Personenschäden ausgeschlossen sind. Dieser Beitrag beschreibt die häufigsten Störungen und nennt die Anforderungen, die bei der Entwicklung und Herstellung eines Energieversorgungssystems berücksichtigt werden müssen.

von Dirk Wimmer und Andreas Berger

Grundsätzlich werden leitungsgeführte und nicht leitungsgeführte Rückwirkungen unterschieden. Die nicht leitungsgeführten Rückwirkungen teilen sich in die feldgebundenen und gestrahlten Phänomene. Bei feldgebundenen Rückwirkungen werden im Nahfeld die noch getrennt messbaren Größen für das elektrische bzw. magnetische Feld bewertet. Beispielsweise existieren Grenzwerte für die von Energieversorgungen erzeugte magnetische Flussdichte im Gleisbett, um die Beeinflussung von Sensoren zu vermeiden. Kritisch sind hier z. B. Achszähleinrichtungen, die für Gleisfreimeldeanlagen verwendet werden. Außerdem beschreibt die DIN VDE 0884 frequenzbewertete Grenzwerte für elektrische und magneti-

sche Felder mit Bezug auf Personenschutz, um insbesondere Personen mit Implantaten wie z. B. Herzschrittmachern zu schützen.

Im Fernfeld spricht man hingegen von gestrahlten Störungen. Hier werden das elektrische und magnetische Feld nicht mehr getrennt gemessen. Prüfverfahren und -grenzwerte entsprechen denen der klassischen EMV (Elektro-Magnetische Verträglichkeit) und werden in der harmonisierten Norm EN 50121 beschrieben.

Bei leitungsgeführten Rückwirkungen werden Störspannungen bzw. Störströme oberhalb von 9 kHz sowie deren Prüfverfahren und -grenzwerte durch die Normen zur EMV

und insbesondere durch die EN 50121 beschrieben. Vor allem bei niedrigen Frequenzen spricht man hingegen von Netzurückwirkungen.

Bei der Betrachtung von Netzurückwirkungen wird grundsätzlich der Einfluss von Stromoberschwingungen auf die Spannungsqualität eines gemeinsamen Netzanschlusspunktes PCC („Point of Common Coupling“) zusammengefasst. Diese in der Regel komplexen Zusammenhänge werden entsprechend den zu betrachtenden Frequenzbereichen maßgeblich von der Netzimpedanz und den Verbrauchern mit nichtlinearer Strom- und Spannungscharakteristik charakterisiert. Idealerweise sollte sich eine Energieversorgung wie ein ohmscher



**Shanghai Movia Metro, ausgerüstet mit einem auf der Technologie des MEE-NT<sup>SD</sup> beruhenden Batterieladegerät**

Verbraucher für die Frequenz des speisenden Netzes verhalten. Das bedeutet, dass eine Energieversorgung in Gleichspannungsnetzen einen reinen Gleichstrom und bei Wechselspannungsnetzen einen reinen Wechselstrom mit einem maximalen Leistungsfaktor aufnehmen soll.

Während die obengenannten Anforderungen auf die Qualität der Spannung am PCC abzielen, gibt es auch Grenzwerte, die die Interoperabilität verschiedenster elektrischer Systeme sicherstellen. So sind nach UIC 550 bei Wechsel- und Gleichspannungsnetzen maximal zulässige Störströme definiert, z. B. die Oberschwingungsströme der beeinflussenden Einheiten eines Reisezu-

ges. Weiterhin können Betreiber die Einhaltung zusätzlicher spezifischer Grenzwerte fordern, um die Funktion spezieller Kommunikations- und Signalsysteme in ihren Netzen sicherzustellen.

Insbesondere leistungselektronische Stellglieder können im Fall eines überschwingungshaltigen Eingangstromes andere Verbraucher und Betriebsmittel unzulässig beeinflussen. Dies trifft z. B. auf Gleisfreimeldeanlagen zu, die mit diskreten Frequenzen arbeiten. Die Kopplung kann hierbei auf galvanischem, kapazitivem oder induktivem Weg erfolgen.

Bei Gleichspannungsnetzen wird zusätzlich eine minimale Eingangsim-

pedanz der Energieversorgung zum speisenden Netz definiert. Hintergrund dafür sind Kommunikationssysteme, wie z. B. die 75 Hz Zugbeeinflussung im niederländischen 1.500 V DC Netz, die durch Aufmodulation von Signalen auf das Gleichspannungsnetz funktionieren. Die Energieversorgung darf nicht als „Saugkreis“ für diese diskrete Signalfrequenz dienen.

Aufgrund der genannten Forderungen müssen moderne Energieversorgungssysteme in der Lage sein, den Eingangstrom so zu beeinflussen, dass die gegebenen Grenzwerte für Oberschwingungen eingehalten werden. Dies kann durch Filterung und durch Regelung des Eingangstromes erfolgen.



Leistungselektronikmodul eines mehrspannungsfähigen MEE-NT<sup>LD</sup>

Eine Filterung erfolgt durch den Einsatz passiver Bauelemente wie Induktivitäten und Kondensatoren. Doch insbesondere Induktivitäten erreichen durch den Leistungsbedarf der Fahrzeuge schnell ein hohes Zusatzgewicht. Daher ist eine hochdynamische Stromregelung eine elegantere Lösung, die mit geringen Software-Änderungen an verschiedene Anforderungen angepasst werden kann.

### Realisierte Lösung beim MEE-NT

Die Erfüllung der oben genannten Forderungen wurden bei der Konzeption des MEE-NT von Anfang an berücksichtigt. Neben der Wahl einer optionalen Taktfrequenz wurde dies durch die regelungstechnische

Beeinflussung des Eingangsstromes sowie durch eine zusätzliche Induktivität für hohe Frequenzen erreicht. Dieses Konzept ermöglicht ein gewichtsoptimales System und eine kostengünstige, projektspezifische Anpassung.

Die Beeinflussung des Eingangsstromes erfolgt beim MEE-NT durch den eingangsseitigen, hart schaltenden Hochsetzsteller. Dieser regelt die Spannung über den Resonanzkondensator für den angeschlossenen resonant schaltenden Wechselrichter. Gleichzeitig kann der Hochsetzsteller durch einen unterlagerten, extrem dynamischen Stromregelkreis den Eingangsstrom direkt beeinflussen.

Mit dem MEE-NT ist es somit möglich, die Belastung des Netzes mit Oberschwingungen zu begrenzen und die Beeinflussung anderer Verbraucher durch die Einhaltung der Grenzwerte für Störströme und Eingangsimpedanz zu vermeiden. Umfangreiche Prüfungen bei diversen Projekten haben die Kompatibilität des MEE-NT bereits nachweisen können. Die von der DB AG geforderten Nachweisprüfungen zur Einhaltung der Grenzwerte für Magnetfelder im Gleisbereich konnten ebenfalls erfolgreich abgeschlossen werden.

# Innovative Umrichterplattform für Nah- und Fernverkehr



## Systemvorteile

- Kompaktes und leichtes Komplettsystem durch Einsatz modernster Technologie
- Kostengünstige Anpassung an jeden Wagentyp
- Höchste Zuverlässigkeit
- Hohe Verfügbarkeit durch leistungsfähige Diagnose
- Minimaler Wartungsaufwand durch modularen Aufbau



## SMA Regelsysteme GmbH

Hannoversche Straße 1-5  
34266 Niestetal  
Germany  
Tel. +49 561 9522 - 0  
Fax +49 561 9522 - 100  
E-Mail: [bahn@SMA.de](mailto:bahn@SMA.de)  
[www.SMA.de](http://www.SMA.de)



# Für Straße, Offroad



**Robust und kompakt: Die Enduro FahrzeugSPS**

## Rechnertechnik für Fahrzeuge

In der U-Bahn, die in diesem Sommer in Bangkok ihren Betrieb aufgenommen hat, in den neuen Reisezügen Chinas und im Transrapid sind Rechnersysteme von SMA im Einsatz. Das Unternehmen hat in den letzten Jahren ein spezielles Know-how für den mobilen Einsatz von Computern entwickelt. Gebündelt findet sich diese Erfahrung in der Enduro FahrzeugSPS und den WINtrak Feldbusklemmen wieder.

von **Susanne Günther**

Nirgends werden Computer größeren Strapazen ausgesetzt als in mobilen Anwendungen. Bei Schienenfahrzeugen treten dauerhaft hochfrequente Vibrationen auf, während in Baggern und Kränen primär Schockeinwirkungen verdaut werden müssen. Ein Forstfahrzeug muss auch bei starken Minustemperaturen starten und eine landwirtschaftliche Erntemaschine im Sommer bei extremer Hitze über Stunden sicher ihren Dienst verrichten. Störfestigkeit ist insbesondere im Bahnbereich von größter Bedeutung (siehe S. 10 – 12). Zudem müssen die Bauteile korrosionsfest sein, wenn sie zum Beispiel an Bord von Metro-Zügen arbeiten, die in der Regel in Ballungszentren mit stark schwefelhaltiger Luft verkehren. Fahrzeuge sind in der Regel

sehr teure Maschinen, Ausfallzeiten kann sich hier keiner leisten. Und: Stets steht die Sicherheit von Insassen und transportierten Gütern an erster Stelle.

Das bedeutet: Industriecomputer können nur dann in Fahrzeugen eingesetzt werden, wenn sie über den schon hohen Industriestandard hinaus zusätzliche Anforderungen erfüllen. Als Basis für die Auslegung von Systemen für mobile Anwendungen wird häufig die Bahnnorm EN 50155 herangezogen.

### Weniger ist mehr

In den letzten Jahren haben sich in der Automatisierungstechnik dezentrale Steuerungskonzepte auf Basis von Feldbussen etabliert. Die Vor-

teile dieser modular aufbaubaren Systeme liegen auf der Hand: Die einfachere Verkabelung erleichtert Installation, Inbetriebnahme und Wartung, was eine deutliche Gewichts- und Kostenersparnis mit sich bringt. Geradezu bestechend jedoch sind die Vorzüge einer dezentralen Steuerung im Fahrzeugbereich. In Fahrzeugen gibt es in der Regel sehr wenig Platz, um die Elektronik unterzubringen. Außerdem spielt das Gewicht der Verkabelung mittlerweile eine wichtige Rolle. Beide Aspekte sprechen gegen die klassische Verbindung von Steuerung und Sensorik mit dicken Kabelsträngen. Und: Dezentrale Steuerungssysteme lassen sich modular aufbauen, so dass mehrere Steuerungen und Knotenpunkte im

# und Schiene



Foto: Transrapid International

**Transrapid Shanghai: SMA-Rechner für Fahrzeug- und Sektionsdiagnose sowie für die Fahrwegvermessung**

Fahrzeug verteilt werden können. Darüber hinaus lassen sich mit dezentralen Systemen leichter Redundanzen bilden – ein unter Sicherheitsaspekten sehr bedeutender Punkt.

## **Robust = Enduro**

Die Enduro FahrzeugSPS und die WINtrak Feldbus-Klemmen verbinden die Vorzüge einer dezentralen Steuerung mit einer besonderen Eignung für den Fahrzeugbereich. Die Enduro verfügt u. a. über zwei galvanisch getrennte CAN-Schnittstellen und zwei Ethernet-Ports. Der PC-kompatible Prozessor GEODE SC 1100 ist ausgelegt für den lüfterlosen Betrieb im erweiterten Temperaturbereich (-25 °C ... +70 °C, für 10 min +85 °C). Betriebssystem und

Anwendung bootet die SPS von einer CompactFlash-Karte, so dass kein rotierender Massenspeicher benötigt wird. Die Elektronik der Enduro wird durch eine Lackierung versiegelt und auf diese Weise vor Umwelteinflüssen geschützt. Im Bereich Schwingen und Breitbandrauschen erfüllt das Gerät die Anforderungen nach EN 61373, Kategorie Lebensdauerprüfung 1, Klasse B, am Fahrzeugkasten angebaut.

## **Rüttelfest = WINtrak**

Fahrzeugtaugliche Feldbus-Klemmen sind rar, SMA bietet in seiner WINtrak-Reihe derzeit zehn verschiedene Module an. Sie bestehen jeweils aus einer Basis- und einer Elektronikkomponente und kommunizieren über CAN nach ISO 11898



**Fahrzeuge arbeiten unter härtesten Umweltbedingungen**

mit der Steuerung. Der Anschluss an die Basiskomponenten erfolgt über Zugfederklemmen, die Elektronikkomponenten werden einfach aufgesteckt. Damit lassen sich auch bei bestehender Verdrahtung Elektronikkomponenten leicht hinzufügen oder tauschen.

Sowohl die Enduro als auch die WINtrak-Klemmen erfüllen die EN 50155, verwenden das im Fahrzeugbereich einschlägige CANopen-Protokoll, sind in ihrer Konstruktion optimal aufeinander abgestimmt und bilden ein modular aufbaubares Steuerungskonzept, mit dem sich mobile Lösungen einfach und kostengünstig realisieren lassen.

# Mit dem TGV von Paris nach Stuttgart



1992 vereinbarten Deutschland und Frankreich, eine Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Paris, Ostfrankreich und Süddeutschland (POS) zu bauen. Die von Paris nach Osten über Lothringen und Saarbrücken nach Mannheim verlaufende Strecke bildet einen wichtigen Lückenschluss zwischen dem deutschen und französischen Hochgeschwindigkeitsnetz.

von Dirk Wimmer

Ab 2008 wird die Reisezeit von Paris nach Stuttgart nur noch vier Stunden betragen (heute: sechs Stunden). Reisende können durch den Lückenschluss auch auf anderen Strecken profitieren. So werden die Fahrzeiten zwischen Paris und Frankfurt bei unter vier Stunden liegen und zwischen Paris und München auf etwas mehr als sechs Stunden schrumpfen.

Im Januar 2003 bestellte die französische Bahn SNCF bei ALSTOM 30 neue TGV Triebköpfe, die mit bereits für den TGV-Reseau vorhandenen Mittelwagen zu 15 TGV POS Zügen zusammengesetzt werden.

Die neuen TGV POS Triebköpfe sind für drei verschiedene Versorgungsspannungen ausgerüstet (25 kV 50 Hz, 15 kV 16,7 Hz und 1,5 kV Gleichspannung) und für den Einsatz auf dem französischen und deutschen Hochgeschwindigkeits-

netz bei einer maximalen Reisegeschwindigkeit von 320 km/h ausgelegt.

**Batterie- und Bremsenlader**  
Neben neuer Antriebstechnik und der mehrspannungsfähigen Ausrüs-



TGV für Korea (KTX)



tung der TGV POS Triebköpfe wurden auch neue Hilfsbetriebsysteme eingesetzt. SMA erhielt im Sommer 2003 von ALSTOM den Auftrag, Batterieladegeräte und Bremsenlader für den TGV POS zu liefern. Während zwei Batterieladegeräte pro Triebkopf redundant das 72 V Bordnetz versorgen und die Batterie laden, ist der Bremsenlader vor allem für die Sicherheit relevant.

Hochgeschwindigkeitszüge müssen nicht nur schnell sein, sie müssen auch jederzeit gut und sicher bremsen können. Dabei ist vor allem das elektrische Bremsen über die Antriebe wichtig. Um dies auch bei Ausfall der Oberleitung bzw. bei Versagen des den Antriebszwischenkreis speisenden Stromrichters zu gewährleisten, ist ein Bremsenlader notwendig. Der Bremsenlader ist dabei im Extremfall in der Lage, innerhalb von wenigen Sekunden beide Traktionszwischenkreise eines Triebkopfes aus der Batterie mit einer minimalen Spannung zu ver-

sorgen. Somit ist auch unter diesen Umständen die Funktion der elektrischen Bremse gewährleistet.

### **Mechanische Integration**

Eine besondere Herausforderung bei den Ladegeräten für den TGV POS bestand in der mechanischen Integration in die vorgegebene Unterfluranordnung. Hier kann SMA auf der Basis der mit den Bordnetzumrichtern für die RegioTram Kassel eingeführten Behältertechnologie entscheidende Gewichtsvorteile bieten. Die Unterflurgehäuse wurden in einer schweißfreien Aluminiumtechnologie mit Schutzgrad IP65 aufgebaut und wiegen ohne Befestigungsschienen nur 12 kg.



**SMA-Batterieladegerät TGV POS in Frontansicht mit Schnittstellen und Revisionstür**

# Vernünftig mit der Energie umgehen

Innovative Energietechnik – nicht nur für die Schiene

In Zeiten knapper werdender Rohstoffe wird es zunehmend wichtig, alle verfügbaren Energien so effektiv wie möglich zu nutzen. Und weil der Verbrauch an elektrischer Energie weltweit ungebremst ansteigt, ist es umso wichtiger, die vorhandenen Energieträger so effizient wie möglich zu nutzen. Moderne Leistungselektronik ist in vielen Fällen ein unverzichtbarer Wegbereiter, um diesem Ziel ein gutes Stück näher zu kommen.

von Volker Wachenfeld

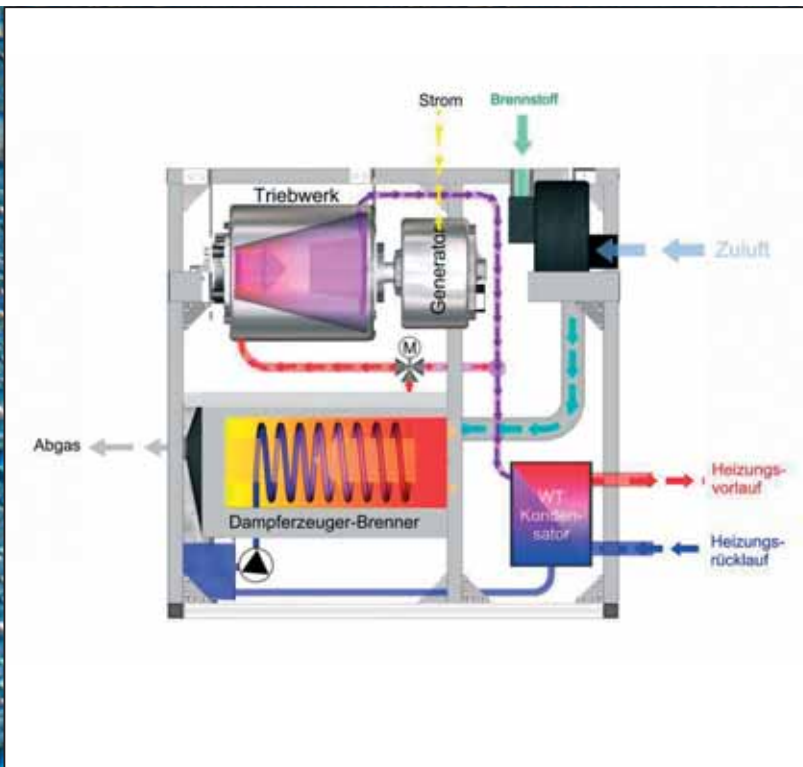
## MSA40 – Frequenz-Umrichter für drehzahlvariable Dieselaggregate



### Leistungselektronik für drehzahlvariable Dieselaggregate

Der Einsatz moderner Stromrichter-technologie in Verbindung mit permanent erregten Synchronmaschinen bietet bei der Entwicklung von

mobilen Stromerzeugungsaggregaten erhebliche Vorteile gegenüber konventioneller Technik. Durch die Anpassung der Drehzahl des Verbrennungsmotors an die tatsächliche Lastsituation können Kraftstoffverbrauch, Geräusch-Emissionen und schließlich auch der Maschinenverschleiß erheblich reduziert werden. Da die Ausgangsspannung und -frequenz des Generators bei niedrigen Drehzahlen jedoch geringer ist als die benötigte Netzspannung, kommt ein Frequenz-Umrichter als Anpassglied zum Einsatz. Inzwischen rüstet SMA drehzahlvariable Dieselaggregate für die Firma Kirsch GmbH in Trier mit Frequenz-Umrichtern in den Leistungsklassen von 5 kVA bis 44 kVA aus.



Der Aufbau einer SteamCell



Die SteamCell ist eine kompakte dampfgetriebene Anlage zur Kraft-Wärmekopplung

### Leistungselektronik für das Dampfkraftwerk

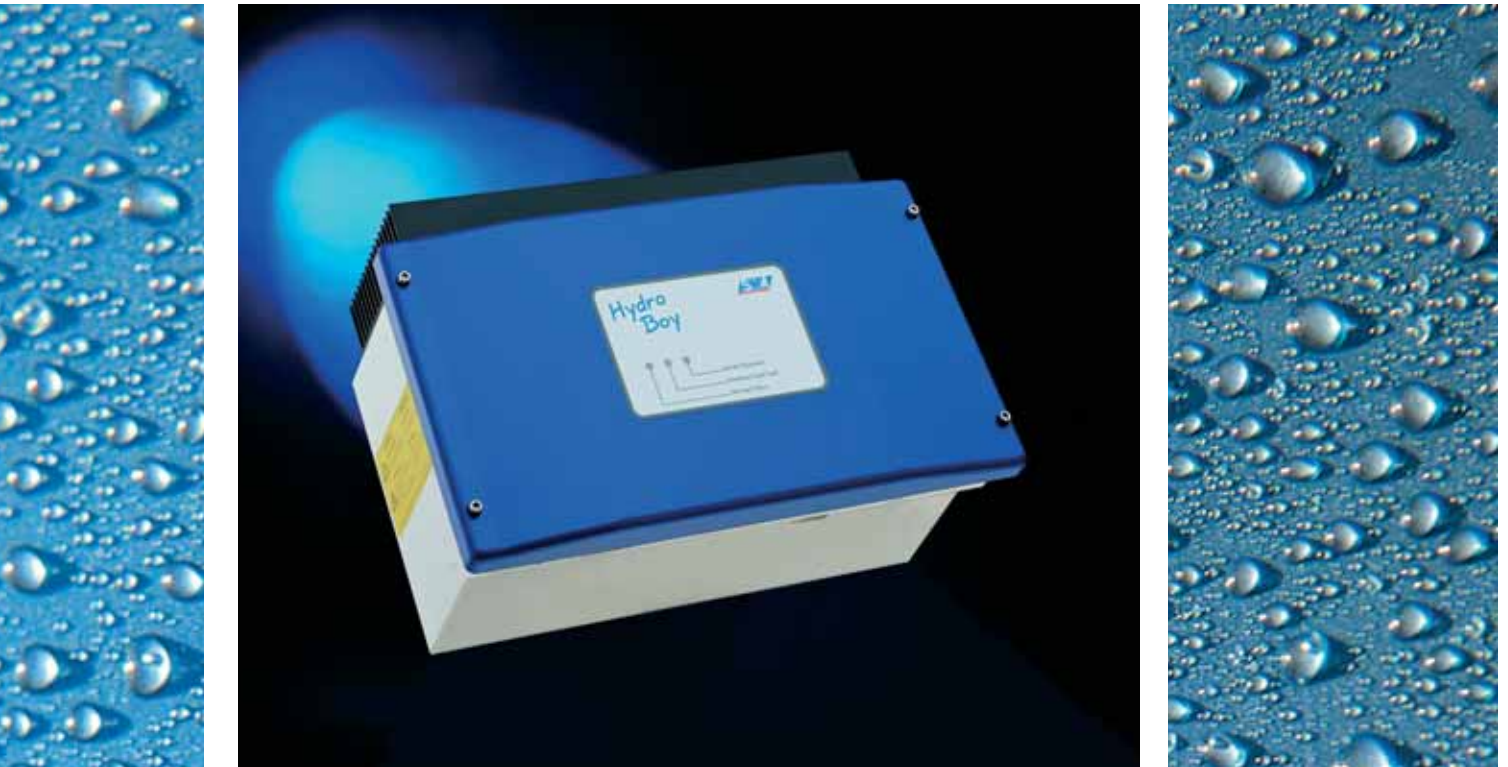
In konventionellen Blockheizkraftwerken wird der Brennstoff, das ist in der Regel Erdgas, unmittelbar in einem Motor verbrannt. Dieser treibt einen Generator an, aus dessen Kühlkreislauf Wärme für eine Heizungsanlage ausgekoppelt wird. Die SteamCell hingegen erzeugt zunächst Dampf. Dieser Dampf wird genutzt, um eine speziell dafür entwickelte Maschine anzutreiben, die wiederum über einen permanent erregten Synchrongenerator elektrische Energie variabler Frequenz und Spannung zur Verfügung stellt. Der angeschlossene Frequenzumrichter speist die Energie in das öffentliche Versorgungsnetz ein.

Die Dampferzeugung erlaubt hohe Gesamtwirkungsgrade, da die thermische Energie für die Heizungsanlage nicht nur als Abfallprodukt einer Motorkühlung entsteht. Die Verbrennung erfolgt dabei weitaus kontrollierter als in einem Motor, so dass die Emissionswerte denen moderner Kesselheizungsanlagen entsprechen – allerdings ohne dass diese auch Strom erzeugen könnten! Da das System ohne nennenswerten Aufwand an nahezu beliebige Brennstoffe angepasst werden kann, wird der Einsatz auch auf Fahrzeugen oder im Bereich regenerativer Energieträger wie etwa Biomasse möglich.

Durch das breitgefächerte Know-how und die vorhandene technische Basis vieler unterschiedlicher Um-

richter-Applikationen konnte SMA binnen kürzester Zeit einen zugeschnittenen Umrichter mit neuen Funktionalitäten für die SteamCell zur Verfügung stellen. Aufgrund des Prozesses muss die Synchronmaschine sowohl angetrieben als auch abgebremst werden. Darüber hinaus muss die erzeugte elektrische Energie in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist werden, wobei SMA unmittelbar auf die Erfahrungen aus der Solartechnik zurückgreifen konnte.

Eine Haus-Energieversorgung auf Basis der SteamCell speist über den integrierten Frequenzumrichter wirtschaftlich und umweltfreundlich erzeugte elektrische Energie in das Netz ein – und diese Energie wird ohne überflüssige Transportverluste



**Hydro Boy: Der Wechselrichter für Brennstoffzellen**

dort verbraucht, wo sie erzeugt wird.

### **Hydro Boy – der Wechselrichter für Brennstoffzellen-Heizgeräte**

Brennstoffzellen-Heizgeräte sind ebenfalls Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. Im Gegensatz zur Steam-Cell erzeugen sie jedoch aus Erdgas durch eine elektrochemische Reaktion elektrische Energie und Wärme. Dabei werden ein hoher elektrischer Wirkungsgrad sowie niedrige Schadstoffemissionen erreicht – und das System ist dabei noch außerordentlich geräuscharm.

Die Brennstoffzelle liefert Gleichstrom. Um diesen in das öffentliche Versorgungsnetz einzuspeisen, wird ein Wechselrichter benötigt, der den

Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandelt – eine Problemstellung, die SMA schon für die Nutzung der Photovoltaik zu lösen hatte. Und aus diesem Grund war es ein naheliegender Schritt, gemeinsam mit Partnern aus der Heizungstechnik zugeschnittene Lösungen für Brennstoffzellen-Heizgeräte zu entwickeln: die Hydro Boys. So war es möglich, auch für eine noch junge Technologie an einer Schlüsselstelle mit dem Hydro Boy eine bereits erprobte und in vergleichbarer Form in großer Stückzahl produzierte Komponente einzusetzen. Etwa 100 Geräte absolvieren seit mehr als einem Jahr erfolgreich einen Feldtest.

Brennstoffzellenheizgeräte mit integriertem Wechselrichter zur Haus-

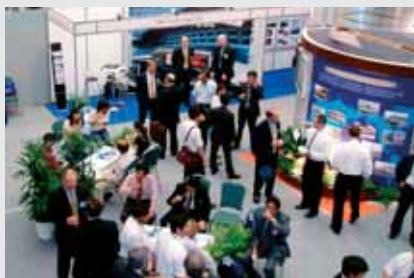
energieversorgung gehören zu den fortschrittlichsten Systemen zur Umwandlung eines Brennstoffes in Nutzenergie und werden zukünftig einen wichtigen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit den noch vorhandenen fossilen Rohstoffen leisten.

Der kleinste gemeinsame Nenner der oben aufgeführten Anwendungen besteht darin, dass moderne Leistungselektronik dabei hilft, vernünftig mit der eingesetzten Energie umzugehen – sei es, um unmittelbar Brennstoff zu sparen oder dezentral elektrische Energie mit hohem Gesamtwirkungsgrad zu erzeugen. Hierin sehen wir eine interessante – und angesichts steigender Kosten für fossile Energieträger unverzichtbare – Aufgabe für die Zukunft.

# Rail Solution Asia in Taipeh

Eine Vielzahl von Projekten lockt Bahntechnikhersteller nach Asien und insbesondere nach China. Die Bandbreite der Projekte ist dabei riesig: von Straßenbahnen über Metros bis zu Hochgeschwindigkeitszügen oder gar Magnetschwebbahnen.

von Dirk Wimmer



Messehalle mit SMA-Stand

Aber Asien besteht bei weitem nicht nur aus China. Auch z. B. in Taiwan, Korea oder Singapur entstehen neue Verkehrssysteme bzw. werden vorhandene ausgebaut oder modernisiert.

Dabei sind diese Länder im Gegensatz zu China gerade auch für Modernisierungen sehr interessant. So sind viele Systeme bereits einige Jahre in Betrieb und Modernisierungen bzw. Upgrades sind bei der verbleibenden Restnutzungsdauer der Fahrzeuge eine gern genutzte Option.

Nicht zu vergessen sind auch Länder wie z. B. Vietnam, die zwar derzeit noch nicht über die notwendigen Finanzmittel verfügen, aber dennoch in naher Zukunft ein erhebliches Potential darstellen könnten.

Um dem Potential des Marktes Rechnung zu tragen, haben sich eine Reihe von Fachmessen etabliert. Eine davon ist die Rail Solution Asia. Sie ist eine Kombination aus Fachmesse und Konferenz und findet jährlich in einer anderen asiatischen Großstadt statt.

Die Rail Solution Asia zieht Entscheidungsträger vieler asiatischer Betreiber, Berater oder Hersteller an und bildet ein gutes Podium zum Aufbau neuer Kontakte, aber auch für die Diskussion konkreter Projekte. Besonders angenehm ist die fast familiäre Atmosphäre der Messe, die durch allabendliche Treffen bei Imbiss und Getränken auch die Möglichkeit zum zwanglosen Plaudern bietet.

Nachdem die letztjährige Messe in Hongkong durch die SARS-Krise nicht die in sie gesteckten Erwartungen erfüllte, fand die Ausstellung diesmal im „Taipei International Convention Center“ (TICC) direkt im Herzen von Taiwans Hauptstadt Taipeh statt. SMA hat sich auch in diesem Jahr wieder beteiligt.

Für SMA bestand das Hauptziel der Messe darin, die als MEE-NT<sup>SD</sup> für den Einsatz im Nahverkehr optimierten Systeme einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen. Die Vorteile des Systems wie z. B. geringes Systemgewicht und hohe Modularität konnten auch große Betreiber in Asien überzeugen.

**Das Taipei International  
Convention Center vor  
dem 101-Tower**



# Es bleibt kühl

## SMA-Drehrichter für Bvmz-Wagen

Hochwertige klimatisierte Reisezugwagen wie die Bvmz 185, die zu lokbespannten Zügen zusammengestellt werden, bilden neben den aus festen Zugeinheiten bestehenden Hochgeschwindigkeits-Triebzügen (ICE) den Grundstock für den nationalen und internationalen Fernverkehr der Deutschen Bahn. Um den Reisekomfort für die Fahrgäste zu erhöhen, beschloss die Bahn die Drehrichter für die elektrische Versorgung der Klimaanlage durch leistungsstärkere Geräte von SMA zu ersetzen.

von **Thomas Krämer** und **Joachim Bierschenk**

Die Bvmz 185 wurden in den 80er Jahren entwickelt und stellen die letzte Generation von Reisezugwagen vor den ICE-Triebzügen dar. Dem auch in der Zweiten Wagenklasse hohen Komfortanspruch im InterCity- und EuroCity-Verkehr – insbesondere hinsichtlich Klimatisierung – wurden seinerzeit nur die Ende der 70er Jahre entwickelten Bpmz-Wagen gerecht. Mit Inbetriebnahme der ersten Schnellfahrstrecke 1988 ergab sich jedoch ein Bedarf an druckdichten Fahrzeugen für den Einsatz auf den Hochgeschwindigkeits-Tunnelstrecken.

Um diese Lücke zu schließen, wurden einerseits bestehende Bpmz-Wagen „druckertüchtigt“, andererseits wurden von der Deutschen Bahn insgesamt 180 neue Wagen der Bauart Bvmz 185 beschafft. Beim Design der Inneneinrichtung wurden neue Wege beschritten: Abteil- und Großraumcharakter wur-

den in einem Fahrzeug vereint und gehen nahtlos ineinander über.

Mittlerweile stehen diese Fahrzeuge zum Teil schon mehr als 15 Jahre im Einsatz, was in etwa der Hälfte der Lebensdauer von Reisezugwagen entspricht. Üblicherweise erfolgt dann eine Generalüberholung, bei der die Fahrzeuge für ihre zweite Lebenshälfte fit gemacht werden.

Um den Reisekomfort für die Fahrgäste in den heißen Sommermonaten zu erhöhen, beschloss die DB AG im August 2003, die Drehrichter für die elektrische Versorgung der Klimaanlage durch leistungsstärkere Geräte von SMA zu ersetzen.

### Das Konzept

Der Drehrichter bildet die elektrische Schnittstelle zur Klimaanlage und versorgt diese mit elektrischer Energie. Das Gerät generiert eine dreiphasige Wechselspannung,

über die der Verdichtermotor der Klimaanlage angetrieben wird, der daraus ähnlich wie bei einem handelsüblichen Kühlschrank Kälte produziert.

### Temperaturregelung

Aber was wäre eine Klimaanlage ohne eine Temperaturregelung? Zu diesem Zweck wird die Ausgangsspannung und Frequenz des Drehrichters variiert. Die Variation der Spannung und Frequenz ist notwendig, damit der Verdichtermotor der Klimaanlage drehzahlvariabel betrieben werden kann, wodurch sich unterschiedliche Kälteleistungen einstellen lassen. Die Vorgabe der Temperatur bzw. der Kälteleistung erfolgt über den Klimarechner im Fahrzeug.

### Der Umbau

Um bei der Umrüstung der Bistrowagen und der Bvmz-Wagen Kosten zu sparen, hatte sich die Deut-



### Der Drehrichter Kälte für Bvmz-Wagen

Der Drehrichter (dreiphasige Wechselrichter) wird über einen vorgeschalteten Transformator, der mit der Zugsammelschiene verbunden ist, mit 2 x 230 V, 16 2/3 Hz versorgt. Der Drehrichter bildet am Ausgang eine dreiphasige Wechselspannung von 3 x 99 bis 285 V, 20 bis 65 Hz

### Technische Daten

Eingangsspannung	460 V, 16 2/3 / 50 Hz
Ausgangsspannung	3 x 90 V bis 285 V
Ausgangsfrequenz	20 bis 65 Hz, Sinus
Leistung,	26 kVA / 24 kW
Klirrfaktor der Ausgangsspannung	<< 10 %
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurzschluss- und leerlauffest</li> <li>• 100 % schiefastfähig</li> <li>• hohe Überlastfähigkeit</li> <li>• Leistungsfaktorregelung</li> <li>• Diagnose-Schnittstelle</li> </ul>
Kühlung	forcierte Luftkühlung

sche Bahn entschlossen, die vorhandenen Behälter weiter zu verwenden. SMA war gefordert, den mechanischen und elektrischen Aufbau des neuen Drehrichters an diese Behälter anzupassen. Dazu wurden die elektrischen und mechanischen Schnittstellen nach außen (Stecker, Blindplatten etc.) eins zu eins nachgebildet, so dass der neue Drehrichter innerhalb kürzester Zeit und mit sehr geringem Aufwand von den Instandsetzungswerken der Bahn ausgetauscht werden kann.

Wie man sich vorstellen kann, erfordert eine solche Vorgehensweise einen erheblichen logistischen Aufwand, weil für die Umrüstung der Fahrzeuge der alte Behälter abgebaut, zu SMA gesendet, hier neu bestückt und wieder an das Instandsetzungswerk zurückgesendet werden muss. Das alles passiert in nur sehr kurzer Zeit, da die Wagen mit den neuen Drehrichtern schnellstmöglich wieder zurück auf die Schiene müssen.

Inzwischen stellen die ersten Geräte ihre Leistungsfähigkeit im täglichen Einsatz unter Beweis, so dass der Fahrgast auch bei Reisen in den Sommermonaten nicht auf seine Wohlfühltemperatur verzichten muss.

**Bistrowagen und Bvmz-Wagen werden mit SMA-Drehrichtern ausgestattet**



# railfocus

Bahntechnik Magazin

[www.SMA.de](http://www.SMA.de)



Foto: GNT



Foto: Transrapid International



Foto: ALSTOM IHB

## SMA Regelsysteme GmbH

Hannoversche Straße 1-5  
34266 Niestetal  
Germany  
Tel +49 561 95 22 - 0  
Fax +49 561 95 22 - 100

