



SIEMENS

Ingenuity for life



The image shows a large-scale AC railway power supply system. In the foreground, there are several large, green-painted transformers and power cabinets. One of the cabinets has a blue 'SIEMENS' logo. The equipment is connected to a complex network of overhead power lines supported by metal towers. In the background, a high-speed train is visible on an elevated track, moving from left to right. The sky is clear and blue.

AC-Bahnstrom- versorgung

Zuverlässig, wirtschaftlich
und sicher

[siemens.de/rail-electrification](https://www.siemens.de/rail-electrification)

Mehr Menschen, neue Herausforderungen, eine Lösung



Demographischer Wandel, Urbanisierung und Klimawandel: Das sind die globalen Trends von heute und von morgen. Denn die Weltbevölkerung wächst und wird immer älter: Laut aktueller Prognosen werden im Jahr 2050 9,2 Milliarden Menschen die Erde bevölkern.

Menschen, die auf effiziente Transport- und Logistiklösungen angewiesen sein werden. Und auf innovative Elektrifizierungs-lösungen.



Gefragter denn je: Effizienz und Nachhaltigkeit

Nicht allein die Bevölkerungszahl wird in den nächsten Jahren kontinuierlich zunehmen. Auch die Urbanisierung wird weiter voranschreiten: Experten gehen davon aus, dass sich 90 Prozent des künftigen Bevölkerungswachstums in Städten konzentrieren wird.

Trends wie diese sind die Ursache dafür, dass das Verkehrsaufkommen weltweit steigen wird. Und damit der Bedarf an intelligenten Lösungen für Mobilität mit Nachhaltigkeit.

Intelligente und effiziente Elektrifizierungslösungen

Der stetig steigende Mobilitätsbedarf erfordert effizientere Verkehrskonzepte. Dank unserer langjährigen Transport-Expertise und unserem IT-Know-how entwickeln wir ständig neue, intelligente Mobilitätslösungen, die Verfügbarkeiten von Infrastrukturen erhöhen, die Streckennutzung optimieren und eine neue Qualität des Reisens schaffen. Indem wir Infrastrukturen elektrifizieren, automatisieren und digitalisieren setzen wir heute schon Maßstäbe für die Mobilität von morgen.

Optimale Leistung – ein kompetenter Partner

Profitieren Sie von unserer jahrzehntelangen Erfahrung im Engineering, im Errichten und in der Inbetriebnahme von AC-Bahnstromversorgungssystemen. Als einer der weltweit führenden Anbieter elektrotechnischer Anlagen und innovativer Technologiepartner aller großen Bahnbetreiber bieten wir Ihnen alle Leistungen aus einer Hand – und erschließen Ihnen zahlreiche Einsparpotenziale. So sind unsere Bahnstromversorgungssysteme zuverlässig, energiesparend und hoch belastbar.

Unsere Engineering-Tools decken schon in der Projektanalyse mögliche offene Fragen auf. Vertrauen Sie auf unser Wissen, damit aus guten Komponenten ein noch besseres Bahnstromversorgungssystem wird.

Wir sind der richtige Partner für Ihre AC-Bahnstromversorgung im Regional- und Fernverkehr – von der Beratung und Planung über die Realisierung und Inbetriebnahme bis hin zum Service.



Perfekt geplant, perfekt ausgeführt: Zuverlässige Lösungen aus einer Hand



Unsere Bahnstromversorgungssysteme sind so vielfältig wie die Bahnanlagen, die sie versorgen sollen.

Deshalb steht am Anfang unserer Arbeit eine gründliche Analyse aller statischen und dynamischen Aspekte Ihres Projekts.

Profitieren Sie von einem Partner, der mit seinem Know-how schon im Vorfeld alle Eventualitäten berücksichtigt und bereits vor dem ersten Spatenstich unliebsame Überraschungen vermeidet.

Maximaler Nutzen

Der wichtigste Parameter beim Entwurf einer neuen AC-Bahnstromversorgung ist Ihr Energiebedarf, denn in der Anzahl, dem Standort und der Leistung der Unterwerke liegt bereits ein Schlüssel zum späteren wirtschaftlichen Betrieb. Selbstverständlich zeigen wir Ihnen dabei auch Alternativen auf und planen auf Wunsch eine eventuelle spätere Leistungserweiterung bereits mit ein.

Unsere Berechnungen basieren auf Ihrer Ausschreibung. Wesentliche Parameter für die Positionierung der Unterwerke sind:

- Spannungsfall auf der Oberleitung
- Verfügbarkeit der Netzanschlusspunkte
- Betrieb bei Unterwerksausfall
- Energieverluste
- Topographische Bedingungen
- Betriebskonzept

Wissen statt annehmen

Um Ihnen schon vor der Investition eine klare Aussage zur Wirtschaftlichkeit Ihrer Bahnstromversorgung zu bieten, haben wir mit Sitras® Sidytrac eine Software entwickelt, welche die Eigenschaften Ihrer AC-Bahnstromversorgung in Abhängigkeit des Zugbetriebs berechnet.

Diese Netzberechnung basiert auf einer Zugfahrtsimulation, die sogar die Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug und Oberleitungssystem einbezieht. Ebenso werden die Auswirkungen auf das Landesnetz bei Netzurückspeisung simuliert. Damit können wir unter realitätsnahen Bedingungen Energieverbrauch, Rückspeiseverhalten und Energieeinsparpotenziale der geplanten Anlagen ermitteln und auswerten. Dies stellt Ihre Investitionsentscheidung auf eine solide Grundlage.



Geplante Sicherheit

Im Rahmen der Erdungs- und Rückstromführungsplanung werden die Impedanzverhältnisse berechnet und daraus die abgreifbaren Spannungen ermittelt.

Hoch- und Mittelspannungssystem werden entsprechend den Erfordernissen ausgelegt. Darüber hinaus berücksichtigt die Planung

- die Traktionsversorgung,
- das Niederspannungssystem,
- den externen Blitz- und Überspannungsschutz sowie
- die Erdung von Bauwerken und Infrastruktureinrichtungen.

Basierend auf einer detaillierten EMV-Analyse wird die Sicherheit von Personen und Einrichtung jederzeit gewährleistet.

Für die Berechnung der Magnetfelder verfügen wir über das Software-Tool Sitras EMV. Bei einer möglichen Beeinflussung, etwa von Forschungseinrichtungen, Krankenhäusern, Signalanlagen oder bei paralleler Streckenführung von AC- und DC-Bahnen stellen wir Ihnen entsprechende Gegenmaßnahmen und ihre Auswirkungen vor.

Hier passt einfach alles: Leistung und Sicherheit für den Fern- und Regionalverkehr



Bei der Auslegung Ihrer AC-Bahnstromversorgung kommt es besonders darauf an, die spezifischen Anforderungen im Fern- und Regionalverkehr zu berücksichtigen.

Dies sind zum einen große Bahnhofs- bzw. Haltestellenabstände, zum anderen große Leistungen und hohe Geschwindigkeiten im Personenverkehr und die große Ausdehnung des Streckennetzes.

AC-Unterwerke

Die Transformatoren in den Unterwerken setzen die Speisespannung aus dem Landesnetz oder dem bahneigenen Hochspannungsnetz üblicherweise auf Systemspannungen von 15 bzw. 25 kV AC um (optional sind auch andere Speisespannungen möglich).

Wir bieten Ihnen individuell optimierte Systeme, damit die AC-Unterwerke den charakteristischen Anforderungen des Bahnverkehrs gerecht werden.

Bestens abgestimmt: Primär- und Sekundärtechnik

Unsere Primärtechnik sorgt im Unterwerk für die zuverlässige, rückwirkungsarme Verbindung zum Netz und sichert die Stromversorgung Ihrer Bahn. Dabei ist die Hochspannungs-Schaltanlage mit dem Landes- oder bahneigenen Hochspannungsnetz verbunden, ein Transformator formt die Spannung um, und die Mittelspannungsschaltanlage versorgt die Oberleitung.

Auf Wunsch stimmen wir die Anschlüsse mit den Energieversorgern individuell ab. Für besonders sichere und konstante Strom-einspeisung in die Oberleitung setzen wir bei den Schutz- und Steuerungssystemen auf unsere bewährten Sitras-, Siprotec®- und Simatic®- Produktfamilien.

Economy follows function

Auch wenn sich bei der Gestaltung Ihrer Energieverteilungsanlagen viele unterschiedliche Varianten bieten: Für uns stehen Versorgungssicherheit und Zuverlässigkeit an erster Stelle. Denn nur zuverlässig funktionierende Systeme sind zugleich auch wirtschaftlich.

Dabei hängt es vom Anforderungsprofil der jeweiligen Strecke ab, welches System am besten geeignet ist.

Welche Leistung muss zur Verfügung stehen? Wie wird die Rückstromführung gestaltet? Welche Einschränkungen gelten hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit?

Die besten Alternativen

Bei Wechselstrombahnen fließt der Rückstrom über die Fahrschienen und Erde zu den Unterwerken zurück. Das Standard-system besteht aus 1 x 25 kV Unterwerken mit zusätzlichen Rückleiterseilen an den Masten.



Bei Strecken mit erhöhten Anforderungen bezüglich der Beeinflussungsspannungen und geringen Leistungsanforderungen wird die Entscheidung dagegen zugunsten des Boostertransformator-Systems fallen, während auf Hochgeschwindigkeits- oder Hochleistungsstrecken das System 2 x 25 kV mit Autotransformator-Stationen bevorzugt wird.

Genau, was Sie brauchen

Wir bauen Ihre Energieverteilung exakt nach Ihren Bedürfnissen. Selbstverständlich richten wir uns dabei z. B. auch nach vorhandenen Infrastrukturen, Gebäuden etc. So errichten wir die Unterwerke immer möglichst nah an der Strecke, um lange Kabelwege und damit Energieverluste zu vermeiden.

Aufgrund ihrer kompakten Bauform können wir Unterwerke in vorhandenen Gebäuden, Fertiggbauten und Containern errichten. Besonders der Einbau im Container senkt die Kosten: Montage- und Inbetriebsetzungsarbeiten auf der Baustelle beschränken sich meist auf die äußeren Anschlüsse. Und: Containerlösungen bieten sich auch als zeitlich und örtlich flexible Installationslösung mit der Option an, sie später an anderer Stelle einzusetzen, wenn sich der Bedarf ändern sollte.



Mehr Spannungsqualität, mehr Nachhaltigkeit: Grüner Strom aus öffentlichen Netzen für die Bahn



Der weiter wachsende Schienenverkehr wirft die Frage auf, wie die zusätzliche elektrische Last nachhaltig aus erneuerbaren Energiequellen über das öffentliche Netz gedeckt werden kann. Siemens hat hierfür eine integrierte Lösung aus statischem Frequenzumrichter, Active Balancer und Blindleistungskompensatoren entwickelt, die auf der Multilevel-Technologie beruhen. Diese überzeugt mit einem erhöhten Wirkungsgrad, verringerten Lärmemissionen, einem geringeren Platzbedarf und deutlich niedrigerem Wartungsaufwand.



Sitras SFC plus: der statische Bahnstromrichter

Der statische Bahnstromrichter Sitras SFC plus wurde auf Basis selbstgeführter modularer Multilevel-Umrichter entwickelt. Er ermöglicht es, Strom aus erneuerbaren Energiequellen im öffentlichen Stromnetz für die Bahnstromversorgung zu nutzen. Dazu koppelt er die beiden Netze direkt miteinander über nur einen Stromrichter, der mit der modularen Multilevel-Direct-Converter-Technik (MMDC) arbeitet.

Mit dieser neu entwickelten Stromrichter-technik kann der Umrichter modulweise an die geforderte Versorgungsleistung angepasst werden und ist für Leistungen zwischen 12 MVA und 120 MVA einsetzbar. Im Gegensatz zu den bisherigen, fremdgeführten Direktumrichtern formt der selbstgeführte Sitras SFC plus den Dreiphasenwechselstrom aus dem öffentlichen Netz direkt in den Einphasenwechselstrom des Bahnnetzes mit veränderter Frequenz um – nahezu ohne Netzzrückwirkungen.

Weitere Vorteile sind der geringe Platzbedarf und verringerte Lärmemissionen der Multilevel-Technologie. Zudem kann Sitras SFC plus auch ohne zusätzliche Filter Bahnnetze speisen, die hohe Stromharmonische enthalten, wie sie von älteren thyristor-gesteuerten Fahrzeugen erzeugt werden. Werden vom Netzbetreiber Filter und Kompensationsanlagen gefordert, bieten wir Ihnen deren Auslegung und das Engineering an.

Active Balancer

Der Active Balancer hilft Ihnen dabei, Unsymmetrie im öffentlichen Drehstromnetz zu verhindern, wenn hohe einphasige Leistungen für die Bahnstromversorgung entnommen werden. Er kompensiert auch die Blindleistung des Bahnsystems und hat dank der Multilevel-Technologie äußerst geringe Netzzrückwirkungen.

Ohne Active Balancer müsste man auf den Anschluss an Netze mit höherer Kurzschlussleistung ausweichen. Netze von 230 kV oder sogar 400 kV sind jedoch nicht überall verfügbar. Der Neubau einer Anschlussleitung wäre zudem mit erheblichen Zeit- und Kostenaufwänden verbunden.

Mobile Blindleistungskompensation

Der mobile Blindleistungskompensator auf Basis der Spannungszwischenkreis-Stromrichter-Technik regelt die Fahrleitungsspannung auf den benötigten Wert und erhöht die Spannungsqualität im Bahnnetz.

Dank modernster Hochleistungstransistoren (IGBT) ist das System stufenlos regelbar. Zudem nutzt es die gleiche modulare Multilevel-Stromrichtertechnik wie der Bahnstromrichter Sitras SFC plus. Daher ist die vom System erzeugte Spannung auch nahezu perfekt sinusförmig. Diese Technologie erlaubt auch die Integration der notwendigen Leistung in einen Standard High Cube Container.

Die Vorteile des modularen Systems:

- Der statische Frequenzumrichter ermöglicht die flexible Umwandlung von Spannung und Frequenz
- Der Active Balancer vermeidet Unsymmetrien beim Anschluss der einphasigen Last an das dreiphasige öffentliche Netz
- Mobile Blindleistungskompensatoren verbessern die Spannungsqualität im Bahnstromnetz
- Das integrierte System bietet die richtige Antwort für jede Aufgabe – kostengünstig und zuverlässig

Zukunftssichere Bahnstromversorgung: Das System und seine Komponenten



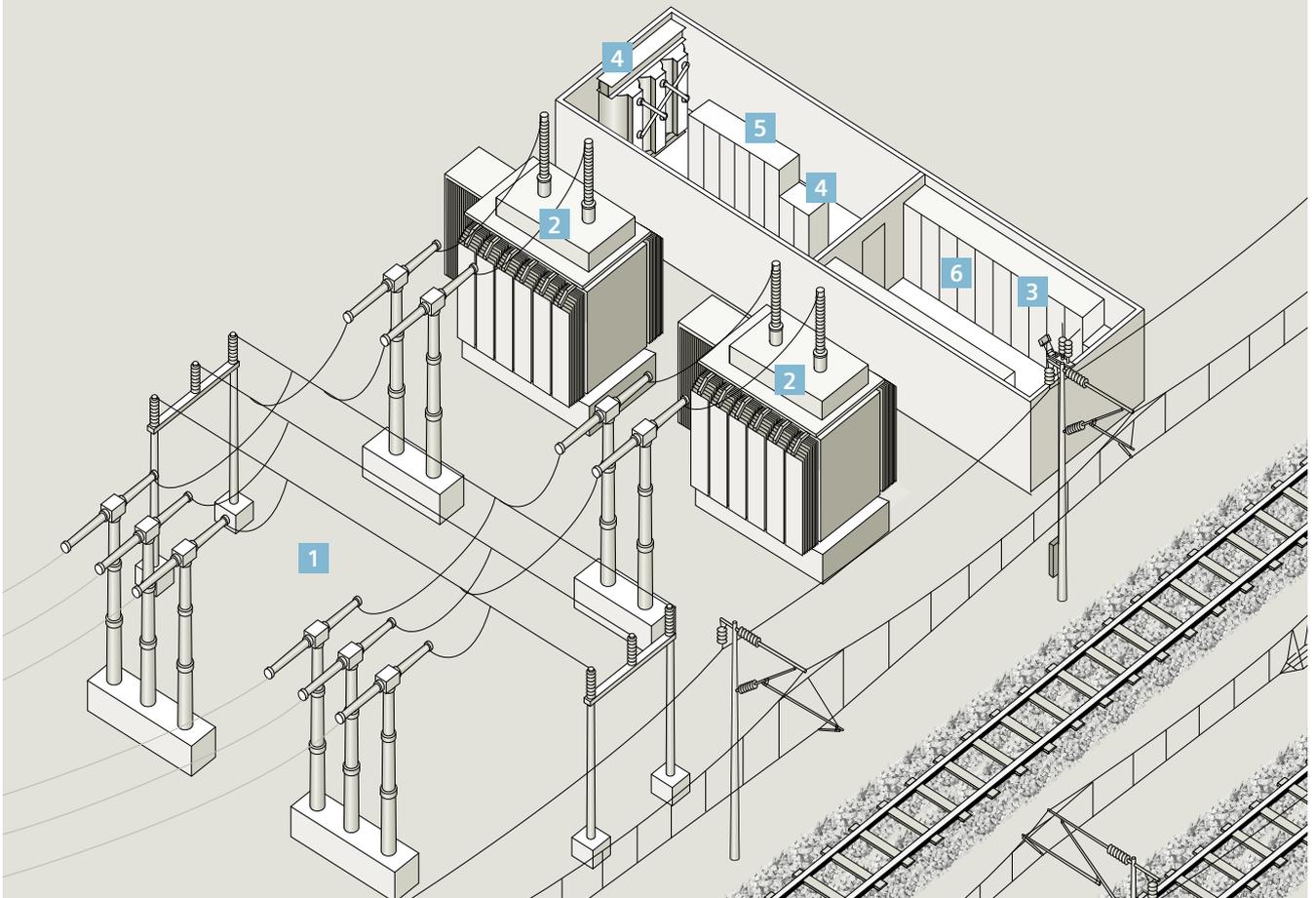
Durchgängige Systemlösungen bieten zahlreiche Vorteile, vor allem, wenn sie von einem erfahrenen Partner wie Siemens stammen.

Alle Komponenten der Primär- und Sekundärtechnik passen perfekt zusammen, ohne Schnittstellenprobleme. Und: Sie lassen sich jederzeit auf den neuesten Stand der Technik bringen und schützen so Ihre Investitionen.

Überzeugend bis ins Detail

Profitieren Sie von unserem System-Know-how und unseren qualifizierten Einzelkomponenten. Wir liefern Ihnen die komplette Technik aus einer Hand:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 Hochspannungs-Schaltanlage | 4 Eigenbedarfsanlage |
| 2 Bahnspeisetransformator | 5 Stationsleittechnik |
| 3 Mittelspannungs-Schaltanlage | 6 Siprotec Schutztechnik |



Siemens AG

Mobility Division
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Deutschland

E-Mail: electrification.mobility@siemens.com
www.siemens.de/mobility

Artikel-Nr. MOTP-B10004-00
Gedruckt in Deutschland | AL=N ECCN=N
Dispo 6403
fb 7209 | WS | 08160.5

Sitras® ist ein eingetragenes Markenzeichen
der Siemens AG.

Alle Rechte vorbehalten.

In diesem Dokument genannte Handelsmarken und
Warenzeichen sind Eigentum der Siemens AG bzw. ihrer
Beteiligungsgesellschaften oder der jeweiligen Inhaber.

Änderungen vorbehalten.

Die Informationen in diesem Dokument enthalten
allgemeine Beschreibungen der technischen Möglich-
keiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen.

Die gewünschten Leistungsmerkmale sind daher
im Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen.