

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Sitras PCI

Selbstgeführter IGBT-Wechselrichter für eine  
rückspeisefähige DC-Bahnstromversorgung

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

Selbstgeführte IGBT-Wechselrichter vom Typ Sitras® PCI werden vorwiegend an Stellen im Bahnenergieversorgungsnetz eingesetzt, an denen häufig ein unvollständiger Energieaustausch zwischen den Fahrzeugen stattfindet.

Über den Wechselrichter kann die Bremsenergie der Fahrzeuge jederzeit in das ständig aufnahmefähige Mittelspannungsnetz eingespeist werden und somit auch über größere Entfernungen übertragen und ortsunabhängig zur Verfügung gestellt werden.

Neben der Energierückspeisung kann der Sitras PCI auch Blindleistung für das Drehstromnetz erzeugen. Die Blindleistung kann kapazitiv sein, um die Spannung im Drehstromnetz zu stützen oder induktiv, um ein kapazitives Kabelnetz zu kompensieren.

### Merkmale

- Rückspeisung der Bremsenergie bis zu 1 000 MWh/Jahr\*\*
- Einsparung Betriebskosten bis zu 150 000 €/Jahr\*\* bei Stromkosten von 15 ct/kWh und durch Blindleistungskompensation
- Reduzierung CO<sub>2</sub>-Ausstoß\* bis zu 468 t/Jahr\*\*
- Wärmereduzierung in Tunnels durch Bremsenergieerückspeisung und Weglassen der Bremswiderstände am Fahrzeug bei kompletter Rückspeisung

\*) deutscher Energiemix, 2018

\*\*) je Wechselrichtereinheit Sitras PCI

# Aufbau

Die Felder des Wechselrichters Sitras PCI sind in Stahlschränke eingebaut und für Innenraumaufstellung konzipiert.

Alle Hauptkomponenten sind von vorne gut zugänglich und daher einfach austauschbar. Durch diese Bauweise ist eine Wandaufstellung möglich.

Der Wechselrichter Sitras PCI ist für den Einsatz von 750 V und 1 500 V geeignet.

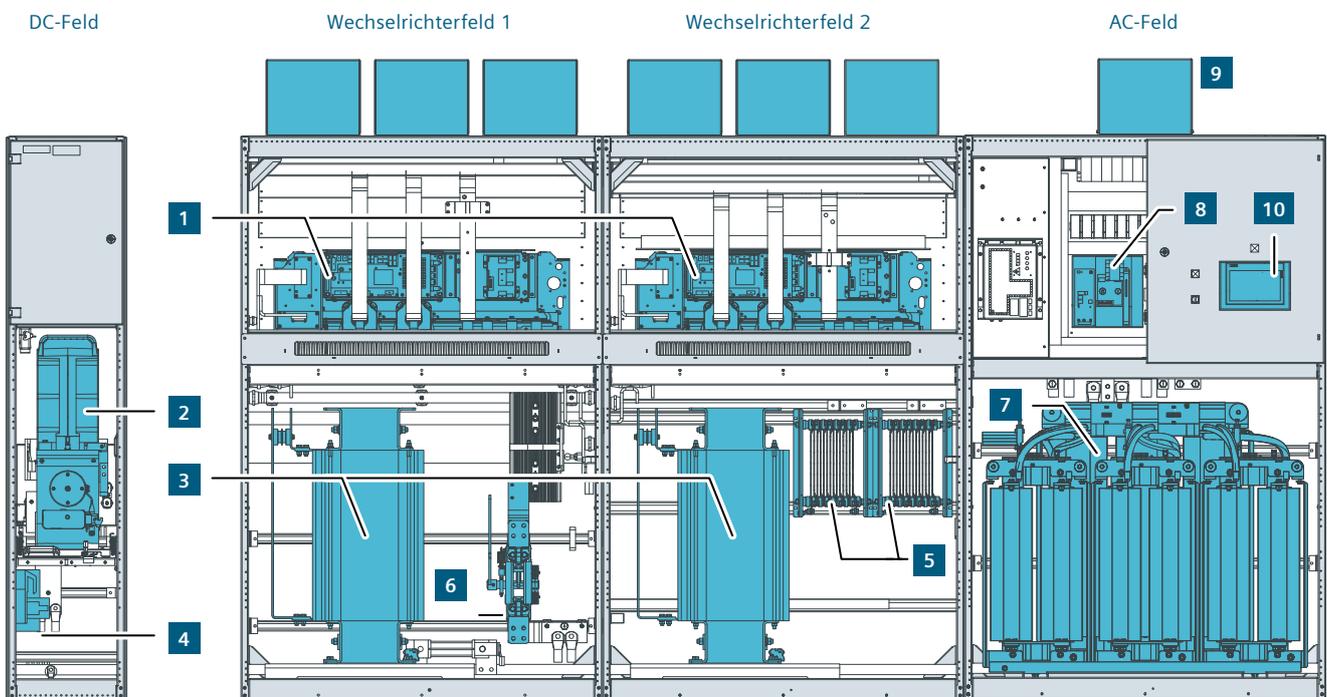
## Schränkaufbau

Die Komponenten des Wechselrichters sind in einem Feldverband aus mehreren Schränken untergebracht, so dass die Anlage in einem bestehenden Unterwerk leicht integriert werden kann. Der Schränkaufbau unterscheidet sich bei der 750 V und 1 500 V-Anwendung.

Der modulare Wechselrichter Sitras PCI für 750 V umfasst je nach Auslegung ein oder zwei Wechselrichterfelder, ein AC-Feld und ein DC-Feld. Das DC-Feld kann getrennt aufgestellt werden und wird vorwiegend separat in die Gleichspannungs-Schaltanlage integriert. Im DC-Feld ist die Vorladung eingebaut.

Die 1 500 V-Version umfasst je nach Leistungsvariante ein oder zwei Wechselrichterfelder und ein AC-Feld. Das DC-Feld ist bei der 1 500 V-Version nicht Teil des Lieferumfangs. Die Vorladung erfolgt hier im AC-Feld.

Die Wechselrichterfelder und das AC-Feld verfügen über eine Zwangslüftung, bestehend aus drehzahlgesteuerten **Lüftern (9)**, die definierte Luftströme durch die zu kühlenden Räume ansaugen.



- |                        |                                     |                        |                |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|
| 1 Stromrichter-Module  | 4 Vorladeeinrichtung                | 6 DC-Trennschalter     | 9 Lüfter       |
| 2 DC-Leistungsschalter | 5 Momentaner Überspannungsbegrenzer | 7 AC-Drossel           | 10 Touch-Panel |
| 3 DC-Drosseln          |                                     | 8 AC-Leistungsschalter |                |

Beispiel 1: Aufbau Sitras PCI 750 V mit zwei Wechselrichterfeldern und benachbartem DC-Feld

## Hauptkomponenten (vgl. Beispiele für 750 V und 1 500 V)

### Stromrichter-Module (1)

zur hocheffizienten Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom mit Hilfe bahntauglicher IGBTs.

### DC-Leistungsschalter (2)

zur sicheren Abschaltung des Sitras PCI.

### DC-Drosseln (3)

zur Begrenzung der Gleichtaktströme zwischen den beiden Stromrichtermodulen und zur Entkopplung vom DC-Bahnnetz.

### Vorladeeinrichtung (4) h

bei 750 V im DC-Feld, bei 1 500 V im AC-Feld zum Aufladen der Zwischenkreiskondensatoren der Stromrichtermodule.

### Momentaner Überspannungsbegrenzer (5)

begrenzt die DC-Zwischenkreisspannung zum Schutz von Bauelementen wie den IGBT vor Überspannungen.

### AC-Leistungsschalter (8) und DC-Trennschalter (6)

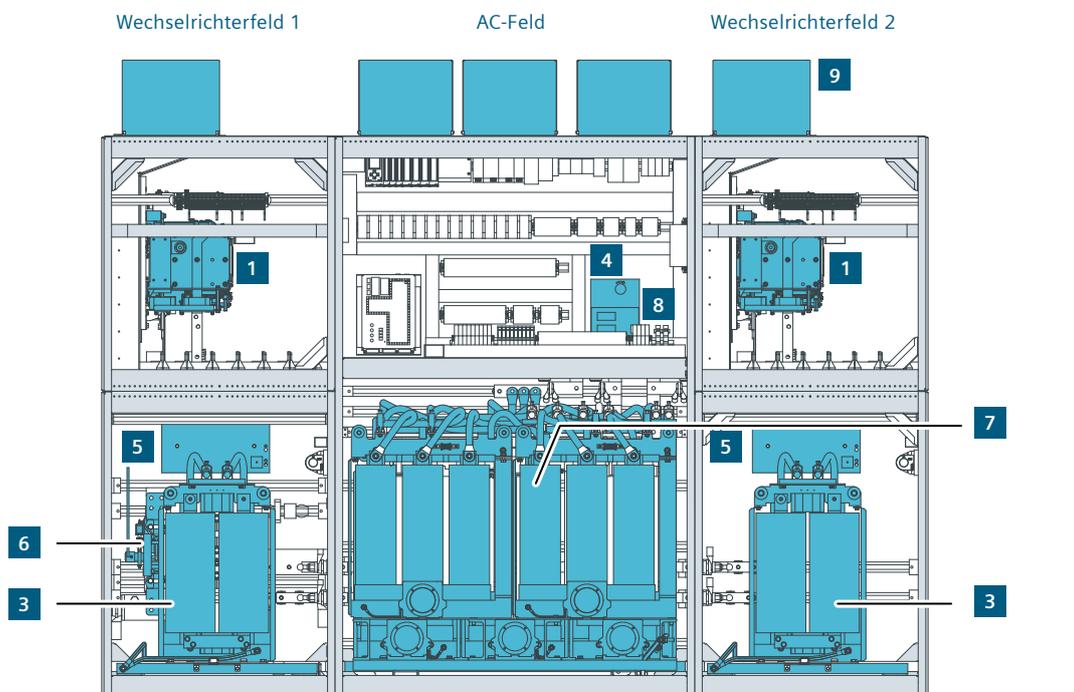
zu Schutzzwecken und zur Freischaltung des Sitras PCI.

### AC-Drossel (7)

zur Reduzierung der Netzzrückwirkungen auf der Drehstromseite und zur Reduzierung von Differenzströmen zwischen den Stromrichtermodulen.

### Touch-Panel (10)

zum Bedienen und Beobachten.



- 1 Stromrichter-Module
- 2 DC-Leistungsschalter\*
- 3 DC-Drosseln

- 4 Vorladeeinrichtung\*
- 5 Momentaner Überspannungsbegrenzer

- 6 DC-Trennschalter
- 7 AC-Drossel
- 8 AC-Leistungsschalter

- 9 Lüfter
- 10 Touch-Panel\*

\*) nicht dargestellt

Beispiel 2: Aufbau Sitras PCI 1 500 V mit zwei Wechselrichterfeldern

# Ausführungsvarianten

## Sitras PCI 750 V



mit einem Wechselrichterfeld



mit zwei Wechselrichterfeldern

## Sitras PCI 1500 V



mit einem Wechselrichterfeld



mit zwei Wechselrichterfeldern

# Funktion

## Regelung

Der selbstgeführte 2-Punkt-Wechselrichter erzeugt ein Pulsmuster, das eine 3-phasige Grundschiwingung nachbildet. Durch eine variable Phasenlage und Amplitude der Grundschiwingung wird eine Differenzspannung zum Drehstromnetz erzeugt. Zwischen Drehstromnetz und Wechselrichter ist eine Induktivität erforderlich, die eine Stromregelung ermöglicht. Der gewünschte Leistungsfluss wird durch die Stromregelung erreicht.

## Netzurückwirkungen

In Stromversorgungsanlagen wird zur Vermeidung von Übertragungsverlusten ein möglichst hoher Leistungsfaktor angestrebt. Im Standardfall kann Sitras PCI mit dem Leistungsfaktor 1 gefahren werden.

Eine gewünschte Blindleistungskompensation kann über Festwertvorgabe, externe Vorgaben vom Energieversorger oder über den Leistungsfaktor eingestellt werden.

Mittels der AC-Drossel und optional ggf. einem anlagenspezifisch ausgelegten AC-Filter können Oberschwingungen im 3-phasigen Mittelspannungsnetz soweit reduziert werden, dass die geforderten Grenzwerte eingehalten werden. Auf der Gleichspannungsseite werden Oberschwingungen durch den Einsatz einer DC-Drossel weitestgehend herausgefiltert.

## Schutzkonzept

Das Schutzkonzept umfasst die folgenden Funktionalitäten:

- Selbsttätige Steuerung aller notwendigen Abläufe, z. B. von Einschalt- und Ausschaltsequenzen
- Vielfältige Überwachungsfunktionen wie Spannungs- und Stromüberwachungen, interne Kurzschlusserkennung, Lüfterfunktionen, Temperaturerfassung
- Automatische Trennung und Entladung vom Netz im Fehlerfall

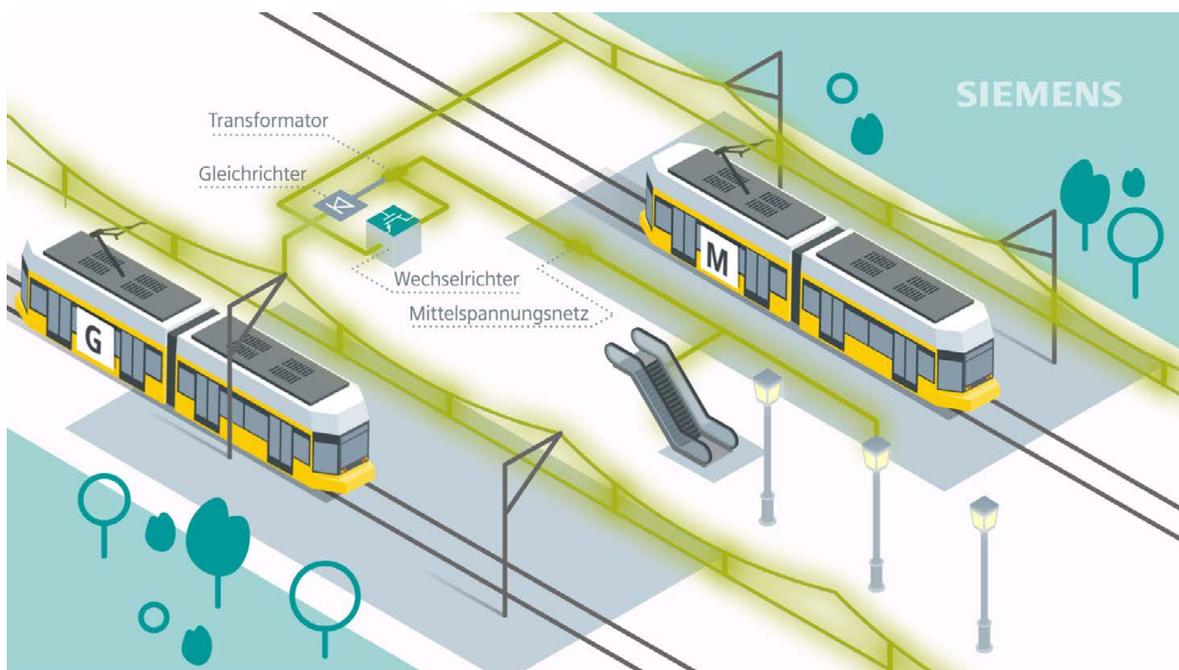
## Bedienen und Beobachten

Die Komponenten S7-Steuerung, HMI (Human Machine Interface) und MCU (Multipoint Control Unit) kommunizieren über PROFINET IO. Die PROFINET-Kommunikation findet über Industrial Ethernet in Echtzeit statt.

Eine Anbindung an die Stationsleittechnik nach IEC 61850 ist möglich.

Über Vor-Ort-Bedienung oder Fernzugriff ist es dem Betriebspersonal möglich, auf sämtliche Funktionen zum Bedienen und Beobachten zuzugreifen. Außerdem ist es optional möglich, sich über Betriebszustände und Messwerte in Echtzeit via Smartphone-App zu informieren. Dadurch eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten wie z. B.:

- Beobachten der Betriebszustände (App)
- Ein- und Ausschalten, Parametrierung der Spannungs-kennlinie
- Zugriff auf das Meldearchiv für Stör- und Warnmeldungen (App)
- Erfassen sämtlicher Messwerte wie Betriebsstunden (App), rückgespeiste Energie (App), Temperaturen (App), Ströme und Spannungen



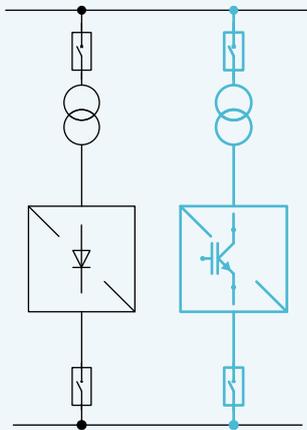
Energiefluss vom Fahrzeug über den Wechselrichter in das Mittelspannungsnetz

# Systemeinbindung

Der pulsgesteuerte Wechselrichter Sitras PCI ist als autarker Wechselrichter, Beistell-Wechselrichter oder Umkehrstromrichter einsetzbar.

## Autarker Wechselrichter

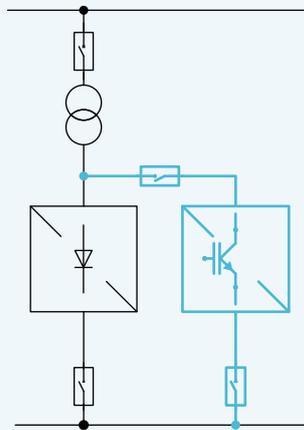
Bei der Planung / Errichtung von neuen Unterwerken ist es von Vorteil, den Wechselrichter Sitras PCI direkt an der Mittelspannungs-Schaltanlage parallel zum Diodengleichrichter anzuschließen. Zur Anpassung der Spannung wird dem Wechselrichter ein separater Transformator vorgeschaltet.



Autarker Wechselrichter

## Beistell-Wechselrichter

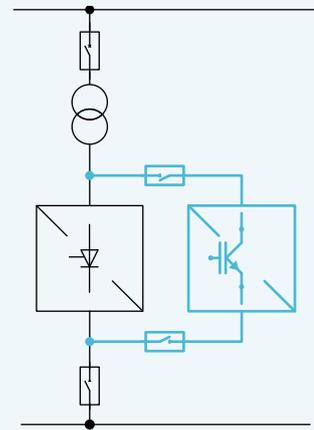
Die Ausführung als Beistell-Wechselrichter ermöglicht ein sehr kompaktes und somit platzsparendes Design und eignet sich z. B. gut für die Nachrüstung in bestehenden Unterwerken. Bei Anschluss an den Gleichrichtertransformator ist ein zusätzlicher Transformator zur Anpassung der Spannungsebene erforderlich.



Beistell-Wechselrichter

## Umkehrstromrichter

Umkehrstromrichter sind rückspeisefähige, gesteuerte Stromrichter. Damit vereinen sie die Funktionen der gesteuerten Gleichrichter mit denen der Wechselrichter. Bei Anschluss an den Gleichrichtertransformator ist ein zusätzlicher Transformator zur Anpassung der Spannungsebene erforderlich.



Umkehrstromrichter

# Referenzen

Seit der Markteinführung 2016 wird der Wechselrichter Sitras PCI in folgenden Projekten eingesetzt:

## Sitras PCI mit Rückspeisung

Stuttgarter Straßenbahnen AG, Deutschland  
750 V - 2,5 MW: 1 Stk. (Einsatz 2016-2019)

Stuttgarter Straßenbahnen AG, Deutschland  
750 V - 1,25 MW: 2 Stk. (Einsatz ab 2020)

Gujarat Metro Rail Corporation, Indien  
750 V - 2,5 MW: 2 Stk. (im Aufbau)

Wiener Linien, Österreich  
750 V: 2 Stk. (im Aufbau)

## Sitras PCI mit Rückspeisung und Blindleistungskompensation

Wendelsteinbahn, Deutschland  
1 500 V - 2,5 MW / 1,6 MVar: 1Stk. (Einsatz ab 2020)



Wendelsteinbahn, Deutschland

# Technische Daten

Ausführung	[V]	750	750	1500 <sup>1)</sup>	1500	
Anzahl Wechselrichterfelder		1	2	1	2	
<b>Rückspeisung (DC-Seite)</b>						
Leistung (max.)	[MW]	1,25	2,5	1,25	2,5	
Strom (max) <sup>2)</sup>	[A]	1500	3000	750	1500	
Beispiel Lastspiel:	• für 20 s	[A]	1400	2800	700	1400
	• für 80 s	[A]	0	0	0	0
<b>Blindleistung<sup>3)</sup> (AC-Seite)</b>						
Leistung (dauernd)	[MVar]	() <sup>2)</sup>	() <sup>2)</sup>	≤0,8	≤1,6	
Strom (dauernd)	[A]	() <sup>2)</sup>	() <sup>2)</sup>	442	886	
Wirkungsgrad nach EN 50328	[%]	>96	>96	>96	>96	
Hilfsspannung	[Hz]	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60	
	[V AC]	400	400	400	400	
zusätzlich (optional)	[V DC]	110	110	110	110	
Breite (ohne DC-Feld)	[mm]	2800	4200	2300	3200	
Höhe (mit Lüfter)	[mm]	2500	2500	2500	2500	
Tiefe	[mm]	1400	1400	1400	1400	
Gesamtgewicht (ohne Drosseln und DC-Feld)	[kg]	ca. 1340	ca. 2100	ca. 1170	ca. 1740	
Max. Umgebungstemperatur	[°C]	+40	+40	+40	+40	
Schutzgrad nach IEC 60529 <sup>2)</sup>		IP20	IP20	IP20	IP20	

<sup>1)</sup> in Vorbereitung

<sup>2)</sup> andere Werte auf Anfrage

<sup>3)</sup> Maximalwerte, ohne gleichzeitige Rückspeisung

## Security-Hinweis

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter: <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

© Siemens Mobility GmbH 2021  
Alle Rechte vorbehalten

Sitras PCI / Produktinformation  
Nr. A6Z00039742302 / Version 1.1.0

**Siemens Mobility GmbH**  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München  
Deutschland

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

**Siemens Mobility GmbH**  
Rail Infrastructure  
Electrification  
Mozartstraße 33b  
91052 Erlangen  
Deutschland

[electrification.mobility@siemens.com](mailto:electrification.mobility@siemens.com)  
[www.siemens.de/rail-electrification](http://www.siemens.de/rail-electrification)

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.