

Wireless Submetering für die Energiemessung mit LoRa® und LoRaWAN®:

Unsere Lösungen für öffentliche und private Netze



Controls

UWPA/UWPM

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

Drahtlose Netzwerktechnik für Energiemessung

Ansatz

LoRa®/LoRaWAN® wurden entwickelt, um die Batterielebensdauer, die Signalkapazität und die Kommunikationsreichweite der Standard-Funktechnologien zu verbessern. Dadurch wird – bei gleichzeitiger Reduzierung der Bereitstellungs- und Betriebskosten – die Datensicherheit gewährleistet.

Der Ansatz für dieses Dokument ist:

- Einen Überblick über LoRa® und LoRaWAN® zu geben
- Die Systemlösungen von Carlo Gavazzi mit LoRaWAN®-Protokoll für öffentliche (LoRaWAN®) und private (UWP 3.0) Netzwerke zu präsentieren

Systemintegratoren und ESCOs (Energy Service Companies), die nach Mess- und Energiemonitoring-Lösungen suchen, ist dieses Dokument empfohlen. Es ist für diejenigen Unternehmen gedacht, die auf folgendes abzielen:

- Definition eines Prozesses zum sicheren, wirtschaftlichen und automatischen Sammeln von Messdaten aus dem Feld
- Reduzierung des Aufwands für die Inbetriebnahme von Neuanlagen und bei der Nachrüstung



Herausforderung

Die Überwachung des Strom-, Gas- und Wasserverbrauchs, die zu Zwecken der Messung oder Energieeffizienz durchgeführt wird, ist häufig eine wichtige Aufgabe, da es oft schwierig ist, Daten auf eine sichere, automatische und wirtschaftliche Weise zu erfassen. In der Regel besteht das Ziel darin, Daten von einer großen Anzahl von Messzählern auf einer großen Fläche zu erfassen und die erfassten Daten an einem einzigen Punkt zu konzentrieren.

Es gibt viele Technologien, die es ermöglichen, diesen Prozess zu automatisieren. Aber diese Technologien sind aus nachfolgenden Gründen nicht anwendbar:

- die Inbetriebnahme- und Betriebskosten
- die Einschränkungen für die Umsetzung (insbesondere bei Nachrüstungen, bei denen es nicht möglich ist, eine Netzwerkeinrichtung aufzubauen)

In diesen Fällen wäre eine drahtlose Lösung die ideale Option. Die üblicherweise verwendeten IoT-Technologien sind jedoch hinsichtlich der Signalreichweite begrenzt oder unwirtschaftlich. Darüber hinaus ist die Situation in den städtischen Gebieten besonders kompliziert, da die Übertragungsstandards die Frequenzbandbelegung einschränken und andere Geräte gestört werden können.

Die auf LoRa® basierende Funktechnologie wurde implementiert, um mithilfe einer innovativen Signalmodulationstechnik kleine Datenmengen über sehr große Entfernungen (bis zu 10 km) sicher und geschützt zu übertragen. Der Benutzer kann sowohl die Transceiver (Endgeräte) als auch den Empfänger (Gateway) ohne Erlaubnis oder eine Nutzungsgebühr installieren. Es ist daher die optimale Lösung für die zuvor beschriebenen Anwendungen.

Haupteigenschaften

- **UWPA** ist ein Endpunktadapter für die drahtlose Fernkommunikation und ermöglicht eine LoRa® oder LoRaWAN®-Kommunikation für Energiezähler von Carlo Gavazzi mit RS485-Schnittstelle
- **UWPM** ist ein Master-Konzentrator, der mit dem Datenlogger und Webserver UWP 3.0 von Carlo Gavazzi Daten von mehreren UWPA über eine drahtlose Kommunikation erfassen kann

LoRa® und LoRaWAN® entdecken

LoRa® (Abkürzung für Long Range) ist eine drahtlose Übertragungstechnologie, die auf einer Spread-Spectrum-Modulationstechnik basiert, die von der CSS-Technologie (Chirp Spread Spectrum) abgeleitet ist.

LoRa® wird weltweit für IoT-Netzwerke (Internet of Things) verwendet

- Geringe Leistungsaufnahme
- Niedrige Datenrate (max. 50 kbps)
- Lange Kommunikationsreichweite (bis zu 5–10 km)
- Hohe Störimmunität

LoRaWAN® ist ein auf der LoRa®-Technologie basierendes LPWAN-Protokoll (Low Power, Wide Area Networking). Das LoRaWAN®-Protokoll wurde für die drahtlose Verbindung von Geräten („Things“) mit dem Internet entwickelt und nutzt das nicht lizenzierte Funkspektrum im ISM-Band (Industrial, Scientific and Medical). Die Spezifikation definiert die Geräte-zu-Infrastruktur der LoRa®-Parameter der physikalischen Schicht und das LoRaWAN®-Protokoll, um die Interoperabilität zwischen Geräten zu gewährleisten.

Die LoRa Alliance™, ein gemeinnütziger Verein, treibt die Standardisierung und globale Harmonisierung des LoRaWAN®-Protokolls voran. Das LoRaWAN®-Protokoll erfüllt die wichtigsten Anforderungen des IoT wie bidirektionale Kommunikation und Ende-zu-Ende-Sicherheit.

LoRaWAN® Vorteile

Kostengünstig	LoRa® reduziert die Kosten auf drei Arten: <ul style="list-style-type: none"> • Infrastrukturinvestitionen • Betriebsaufwand • Endknotensensoren
Standardisiert	Verbesserte globale Interoperabilität beschleunigt die Übernahme und Einführung von LoRaWAN®-Netzwerken und IoT-Anwendungen.
Langstrecken	Eine einzelne Basisstation bietet eine tiefe Durchdringung in dichten Stadt-/Innenregionen und verbindet ländliche Gebiete über eine Entfernung von bis zu 10 km.
Geringe Leistungsaufnahme	Das Protokoll ist speziell für einen möglichst geringen Energiebedarf bei der Datenübertragung ausgelegt.
Sicherheit	Eingebettete Ende-zu-Ende AES-128-Verschlüsselung.
Hohe Kapazität	Unterstützt Millionen von Nachrichten pro Basisstation. Ideal für öffentliche Netzbetreiber, die viele Kunden bedienen.

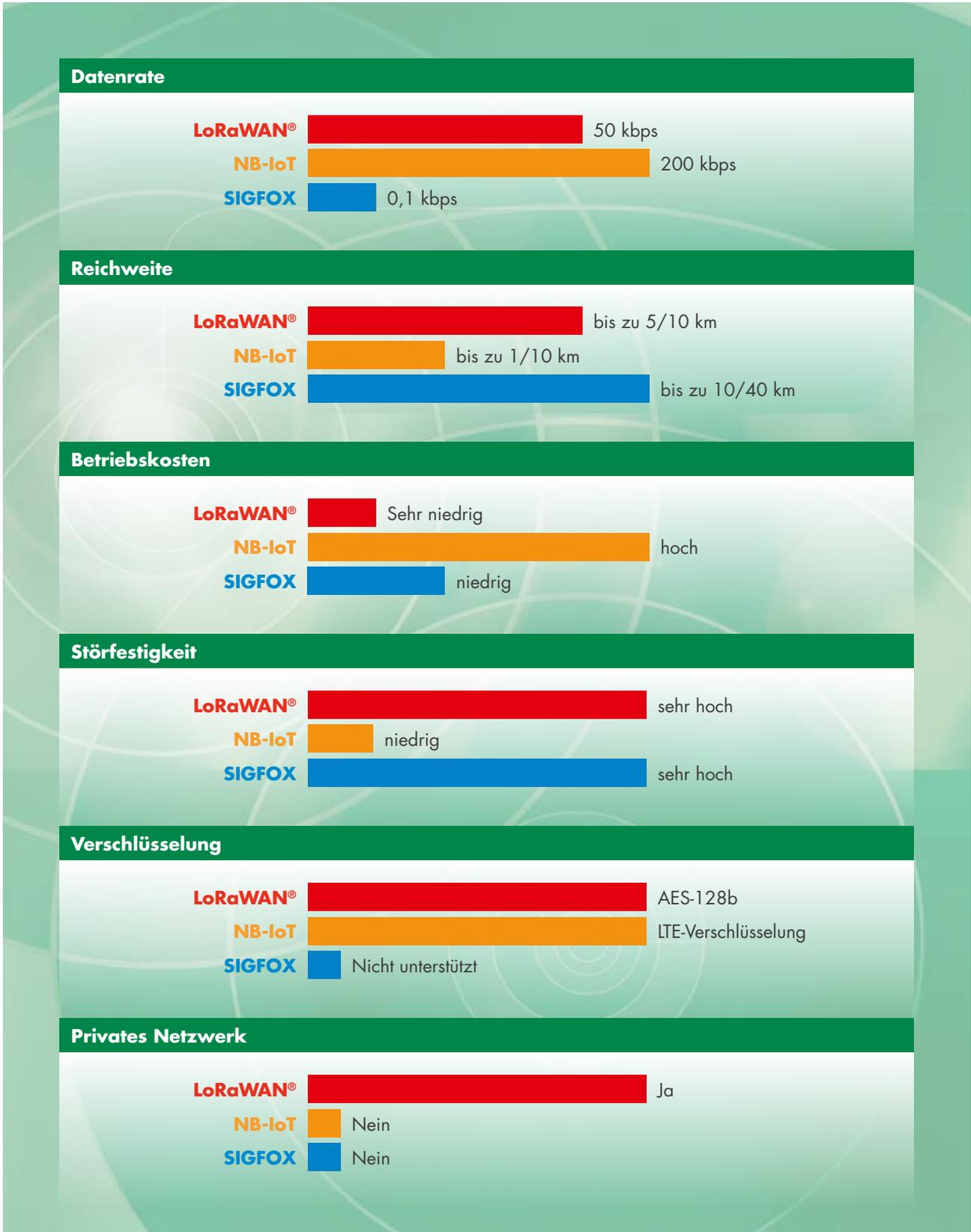
LoRaWAN / LoRaWAN

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

Drahtlose Technologien im Vergleich

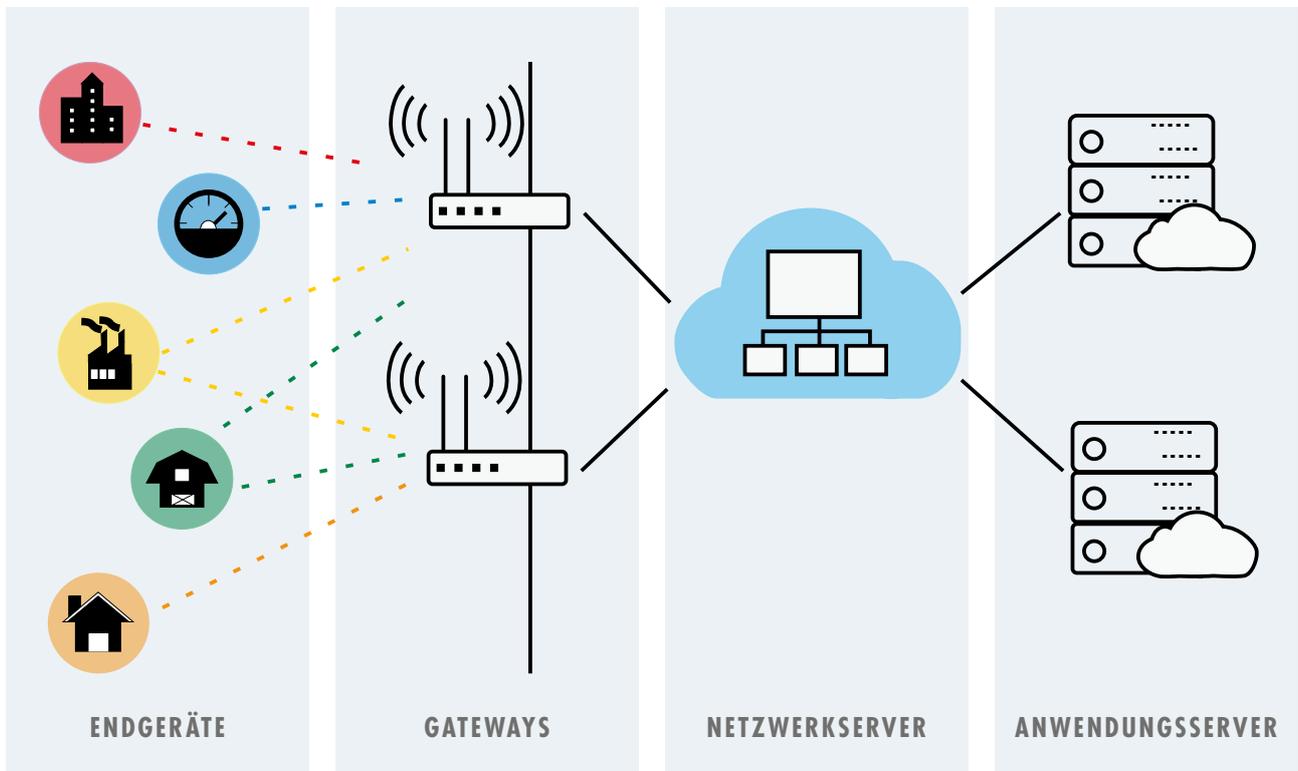
	Vorteile	Nachteile
Lokale und persönliche Netzwerke		
	Sehr niedrige Betriebskosten	Nahbereichskommunikation Bluetooth: 10 m Zigbee: 10 m/max. 100 m Wi-Fi: 10 m
	Hohe Datenrate Zigbee: 250 kbps Bluetooth: 1 Mbit/s Wi-Fi: 11 Mbit/s	Frequenz 2,4 GHz
LPWAN-Netzwerk		
	Flächenabdeckung Stadtgebiet: 5 km Ländlich: 10 km	Niedrige Datenrate
	Nicht lizenzierte ISM-Bänder	
	Sehr geringe Betriebskosten Keine SIM-Karten oder Nutzungsgebühren	
Mobilfunk-Netzwerke		
	Flächenabdeckung 3G: 35 km 4G: 200 km 5G: < 15 km	Kosten für SIM-Karten und Nutzungsgebühren
	Hohe Datenrate 3G: 144 kbit/s bis 2 Mbit/s 4G: 3 bis 10 Mbit/s 5G: > 1 Gbit/s	Frequenz 3G: 1,6 bis 2,0 GHz 4G: 2 bis 8 GHz 5G: 3 bis 300 GHz

Low Power Wide Area (LPWAN)-Technologien im Vergleich



LoRaWAN® Architektur

LoRaWAN® Architektur



Endgeräte

Sensoren und Messgeräte im Netzwerk werden als Endgeräte (oder auch Endknoten) bezeichnet. Die Kommunikation der Endgeräte mit den Gateways erfolgt über eine LoRa®-Funkverbindung.

- Die Übertragung von Daten (Uplink) erfolgt entsprechend der Konfiguration, typischerweise in festen Intervallen
- Endgeräte können unmittelbar nach der Übertragung eine Nachricht (z. B. eine Uhrensynchronisation) empfangen (downlink)

Beispiele für Endgeräte

- Temperatursensoren
- Strom-, Wasser- oder Gaszähler
- Parksensoren

Gateways

Gateways sind Geräte, die alle von den Geräten gesendeten LoRa®-Datenpakete innerhalb ihrer eigenen Reichweite empfangen. Diese Daten werden dann auf transparente Weise an den Netzwerkservers weitergeleitet.

Netzwerkservers

Der Netzwerkservers erfüllt folgende Funktionen:

- Die Weiterleitung von Nachrichten an die betreffende Endanwendung
- Die Verwaltung der Downlink-Kommunikation

Anwendungsservers

Der Anwendungsservers führt als Software-Framework folgende Abläufe durch:

- Die Bearbeitung von Beitrittsanfragen (Join-requests)
- Die Verarbeitung und Verschlüsselung von Anwendungsnutzdaten

Ein Anwendungsservers bietet sowohl die Möglichkeiten zum Erstellen von Webanwendungen als auch eine entsprechende Serverumgebung.

Carlo Gavazzi Wireless-Lösungen für große Reichweiten



Vorteile

Einfache und schnelle Konfiguration über die kostenlose Software UCS (Universal Configuration Software) von Carlo Gavazzi.

Einfache Inbetriebnahme und Diagnose mit der UCS-Software und der integrierten Testtaste.

Sicherheit durch eingebettete Ende-zu-Ende AES-128-Verschlüsselung und passwortgeschützte Konfiguration.

Zuverlässige Kommunikation durch eine Hochleistungsantenne, Immunität gegen Interferenzen und/oder Störungen und eine downlink-Bestätigung.

Kompatibilität. Es ermöglicht die einfache Anbindung der Carlo Gavazzi-Messgeräten an LoRaWAN®-Standardnetzwerke von Drittanbietern oder an die UWP-3.0-Plattform (in der privaten Netzwerklösung).

Beschreibung

Carlo Gavazzi hat eine LoRa®-basierte Lösung entwickelt, mit der ein drahtloses System erstellt werden kann, das Daten von Carlo Gavazzi-Messgeräten sammelt.

Die Lösung besteht aus zwei Geräten:

- UWPA ist ein Endpunktadapter, der eine drahtlose Fernkommunikation und eine LoRaWAN®-Kommunikation mit Messgeräten von Carlo Gavazzi mit RS485-Schnittstelle ermöglicht.
- UWPM ist ein Master-Konzentrator, mit dem UWP 3.0 Daten von mehreren UWPA über eine drahtlose Kommunikation mit großer Reichweite erfassen kann.

Es ist folgendes notwendig:

- Ein UWPA zur Integration eines Carlo Gavazzi-Energiezählers in ein bestehendes LoRaWAN®-Netzwerk;
- Sowohl UWPM als auch UWPA zum Erstellen eines drahtlosen Netzwerks, das nur aus Carlo Gavazzi-Geräten besteht, indem Carlo Gavazzi-Messgeräte und das universelle UWP 3.0-Gateway und -Controller kombiniert werden.

Anwendungen

Energieeffizienzüberwachung und Energiekostenermittlung (Submetering) in großen Gebäuden, großen Anlagen, landwirtschaftlichen Betrieben und Stadtgebieten sind ideale Anwendungsfälle für drahtlose Carlo Gavazzi-Systeme.

Aufgrund der großen Übertragungsreichweite, der Sicherheit und der Robustheit können problemlos drahtlose Netzwerke eingerichtet werden, ohne dass SIM-Karten gekauft oder teure Mobilfunknetze eingerichtet werden müssen.

Kostenverteilung und Energieeffizienz (Smart City)

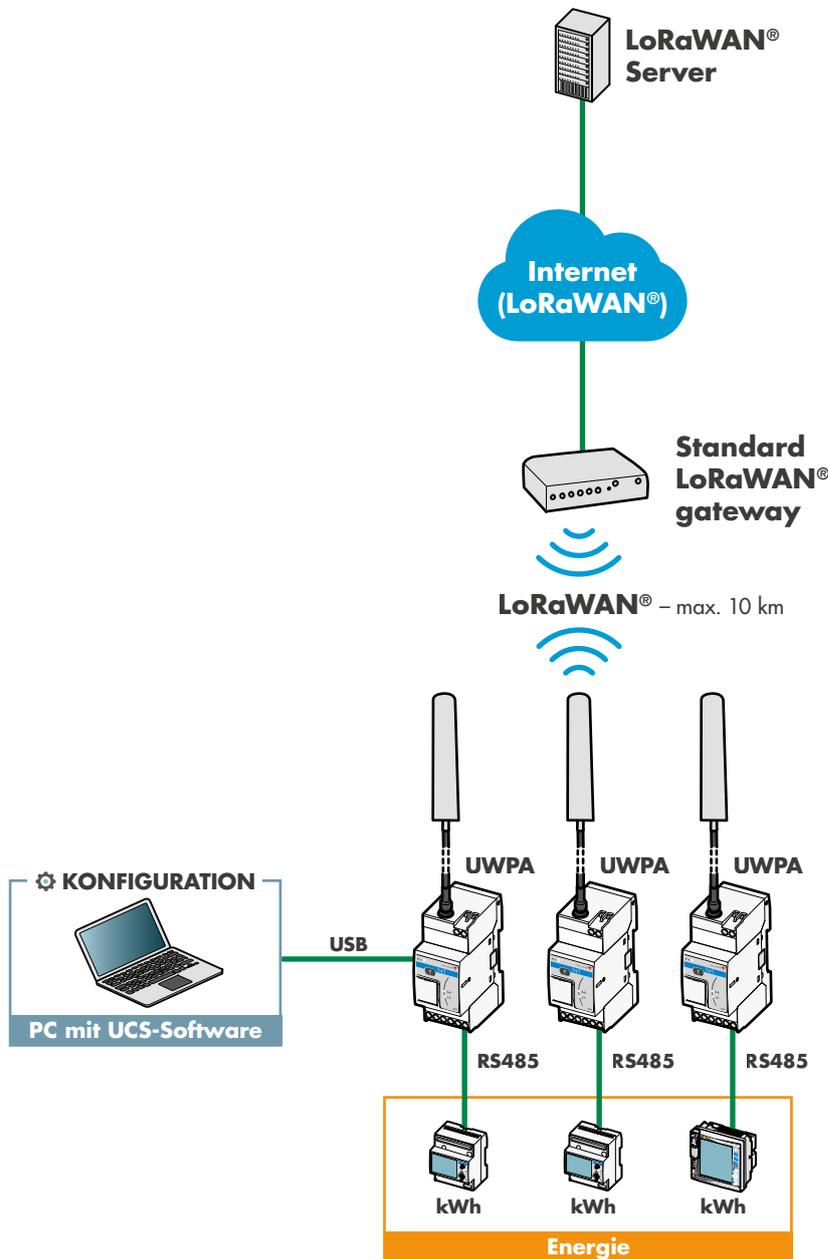
Immer wenn der Benutzer mit einem Projekt beschäftigt ist, das sich auf Submetering oder Kostenzuordnung oder auf die Überwachung der Energieeffizienz konzentriert, wird es Notwendigkeit die Gesamtbetriebskosten (TCO = Total Cost of Ownership) zu minimieren. Die Funklösung von Carlo Gavazzi hilft bei der Reduzierung der Kosten.

LoRaWAN® / LoRaWPM

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

Vorhandene LoRaWAN®-Netzwerke

Das LoRaWAN®-basierte Gerät kommuniziert mit einem Gateway, das Teil einer öffentlichen Infrastruktur ist (z. B. ein Stadtversorgungsnetz).

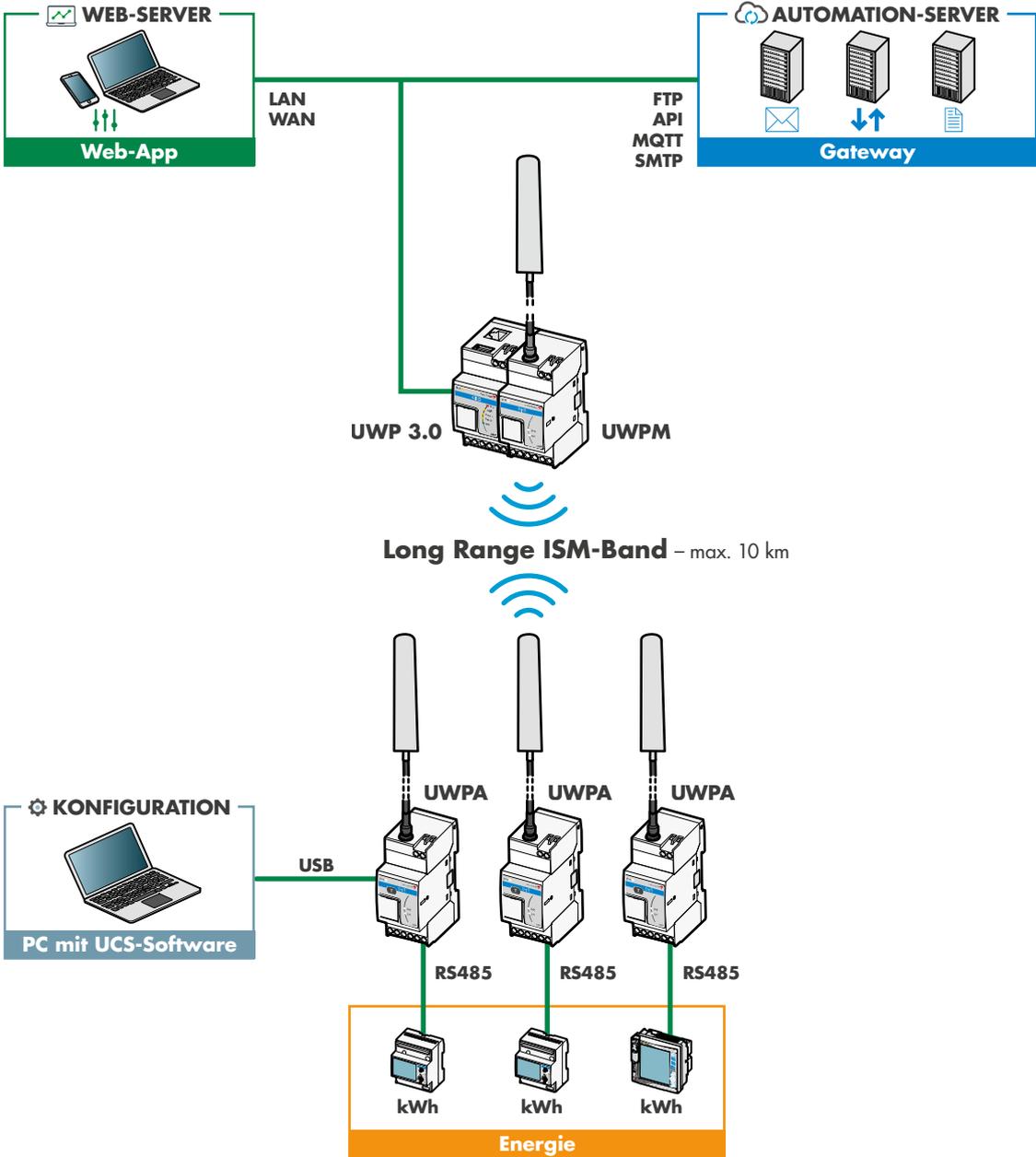


Wann sollte ich die Lösung für vorhandene Netzwerke wählen?

Wenn Sie Ihre Messgeräte über ein vorhandenes LoRa®-basiertes Gateway mit einem vorhandenen LoRaWAN®-Netzwerk verbinden wollen.

Eigenes LoRa-Netzwerk

Das drahtlose Langstreckengerät kommuniziert mit einem kompatiblen Gateway. Beide Geräte arbeiten im freien ISM-Band.



Wann sollte ich die Lösung für eigene Netzwerke wählen?

Wenn Sie Ihr eigenes unabhängiges drahtloses Netzwerk mit großer Reichweite im freien, nicht lizenzierten ISM-Band einrichten wollen.

UWPA / UWPM

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

Integration des UWP 3.0

Beschreibung

Das UWP 3.0-Gateway

- Ermöglicht die Überwachung der angeschlossenen Geräte über verschiedene Bussysteme und Protokolle
- Beinhaltet einen Webserver, der die Anzeige von Diagrammen und Echtzeitdaten ermöglicht
- Ermöglicht den lokalen oder Remote-Datenaustausch über Standard-Internetprotokolle
- Kann über das UWPM Daten von bis zu 50 UWPA sammeln

Die Endpunktadapter UWPA übertragen die von Carlo Gavazzi-Messgeräten gesammelten Daten über eine LoRa®-basierte drahtlose Kommunikation.

Die Integration ist sehr einfach und intuitiv, da es ausreicht, eine eindeutige Datei in die UWP 3.0-Konfiguration zu importieren, die mit Hilfe der UCS-Software erstellt wurde und alle Informationen zu den konfigurierten UWPA enthält.



Wie viele UWPA kann ich in ein UWP 3.0 integrieren?

Für jedes mit UWP 3.0 verbundene UWPM können Sie bis zu 50 UWPA-Verbindungen herstellen.

Wie bei einem Standard-Funksystem wächst die Wahrscheinlichkeit von Interferenzen mit der Anzahl der Geräte und der übertragenen Datenmenge. Bei einer größeren Anzahl von Geräten müssen Sie das Übertragungsintervall verlängern, um die Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Um den maximalen Abstand und die Störfestigkeit zu erhalten, empfehlen wir die Verwendung des SF12-Spreizfaktors. Andere Spreizfaktoren als SF12 können verwendet werden, wenn der Abstand zwischen UWPA und UWPM geringer ist als der mit SF12 erreichbare Abstand.

Die empfohlenen UCS-Datenübertragungs-Parameter

Übertragungsintervall	Max. Anzahl der UWPA pro UWPM	Spreizfaktor**	Wiederholen
1 Paket - max. 8 Variablen*			
5 min	10	SF11	1
10 min	10	SF12	1
	50	SF11	2
≥ 15 min	50	SF12	2
2 Pakete - max. 16 Variablen*			
10 min	10	SF11	1
15 min	10	SF12	1
30 min	10	SF12	1
	50	SF11	2
≥ 1 h	50	SF12	2
3 Pakete - max. 24 Variablen*			
15 min	10	SF11	1
30 min	10	SF12	1
≥ 1 h	50	SF12	2

* Die maximale Anzahl von Variablen für jedes Datenpaket hängt von ihrem Format ab. Der angegebene Wert bezieht sich auf die Echtzeitvariablen (wie Spannung, Strom, Leistung); bei Stundenzählervariablen (z. B. Energie) muss dieser Wert halbiert werden.

** Der SF11-Spreizfaktor verringert im Gegensatz zum SF12 den Abstand und die Widerstandsfähigkeit gegen Interferenzen des Signals. Diese Verringerung ist deutlicher bei Spreizfaktoren, die SF11 unterlegen sind.

UCS-Konfigurationssoftware für Windows-PCs

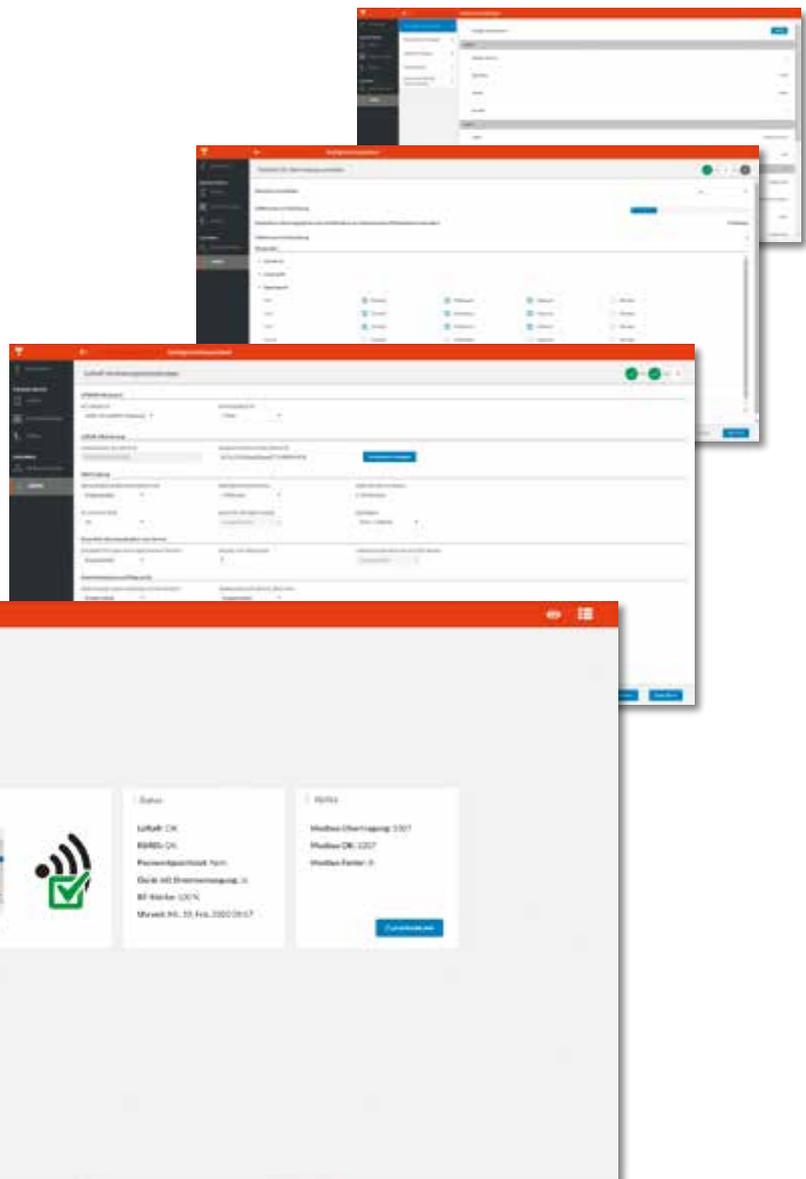


Konfiguration von UWPA und Carlo-Gavazzi-Messgeräten innerhalb derselben Software

Die kostenlose UCS-Software für Windows-PCs ermöglicht durch ihren großen Funktionsumfang ein komfortables Management Ihres Systems. Durch die intuitive Benutzeroberfläche haben Sie alle Werte live im Blick, die Konfigurationsdatenbank vereinfacht die System-Verwaltung. Umfangreiche Optionen zum Datenexport erleichtern weiterhin die Integration in UWP 3.0- und LoRaWAN®-Netzwerke.

Die wichtigsten Funktionen

- Kostenlose* Software für Windows®-PCs
- Intuitive Benutzeroberfläche
- UWPA-Passwortverwaltung zum Schutz Ihres LoRaWAN®-Netzwerks
- Konfigurationsdatenbank zur Unterstützung von Systemintegratoren
- Echtzeitdiagnose und Datenprotokollierung
- Datelexport von Geräten zur automatischen Integration in UWP 3.0
- Export von CSV- oder Excel-Dateien aus der Liste der konfigurierten Geräte zur einfachen Integration in ein LoRaWAN®-Netzwerk
- Export der konfigurierten Gerätedatei für das UWP-Netzwerk zum Import in UWP 3.0



*Download unter: www.productselection.net/download/uk/usc.zip

UWPA/UWPM

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

So konfigurieren Sie ein UWPA mit UCS

Gehen Sie wie folgt vor, um das UWPA zu konfigurieren:

- 1 Schließen Sie UWPA über RS485 an ein kompatibles Carlo Gavazzi-Messgerät an
- 2 Schalten Sie das UWPA ein
- 3 Verbinden Sie den PC über ein USB-Kabel mit UWPA
- 4 Starten Sie die UCS-Software
- 5 Wählen Sie den **UWPA-COM-Port** aus und klicken Sie auf **Verbinden** – Sie gelangen auf das UWPA-Dashboard
- 6 Klicken Sie auf **Konfiguration**
- 7 Die Gateway-Einstellungen werden aufgelistet, klicken Sie in der Zeile „Konfigurationsassistent“ auf **Weiter**
- 8 Geben Sie der Konfiguration einen Namen (**Konfigurationsname**)
- 9 Wählen Sie **automatische Auffindung** oder **manuelle Wahl**, um sich mit dem Energiezähler zu verbinden.
- 10 Klicken Sie auf **Weiter**
- 11 Wählen Sie aus der Liste die zu übertragenden Variablen aus und klicken Sie anschließend auf **Weiter**
- 12 Stellen Sie in den **LoRa®-Verbindungseinstellungen** die Parameter für die drahtlose Kommunikation ein:

A LoRaWAN®-Netzwerk

Netzwerkart

Wenn Sie den UWPA verbinden möchten mit ...	Dann wählen Sie ...
UWP 3.0 über UWPM Gateway	UWP 3.0 (UWPM-Gateway)
Beliebiges LoRaWAN® Gateway	LoRaWAN®-Netzwerk

Aktivierungsart und zugehörige Schlüssel*

Wenn die Verschlüsselung erfolgen soll mit ...	Dann stellen Sie folgendes ein ...
OTAA (Over-the-Air-Aktivierung)	Den „Anwendungsschlüssel“, den der Server für den Beitritt des UWPA zum Netzwerk verwendet
ABP (Aktivierung durch Personalisierung)	Legen Sie den „Netzwerksitzungsschlüssel“ und den „Anwendungssitzungsschlüssel“ fest, die vom UWPA zum Verschlüsseln der Nachrichten verwendet werden

B Übertragung

Übertragungsintervall: Wenn UWPA für die Kommunikation mit UWP 3.0 über UWPM eingestellt ist, wählen Sie die richtige Datenrate aus (weitere Informationen finden Sie im entsprechenden Abschnitt in diesem Handbuch und im UWP-A-M-Datenblatt)

C Downlink-Kommunikation vom Server

- Aktivieren Sie das Feld **Serverbestätigung nach Übertragung**
- Aktivieren Sie die **Uhrzeitsynchronisation mit dem Serverfeld**
- Aktivieren Sie die **Übertragung durch Drücken der Taste** und die **Verbindung zum Messgerät über UWPA**

* Hinweis: Nach den LPWAN-Netzwerkparametern im LoRa®-Aktivierungsteil

Tipp: Klicken Sie auf **Schlüssel generieren (LoRa®-Aktivierung)**, um einen zufälligen Schlüssel zu erzeugen, ohne einen Schlüssel manuell festzulegen

- 13 Klicken Sie auf **Sichern und abspeichern** oder **Speichern** , um die Konfiguration in das UWPA zu schreiben. **Hinweis:** Wenn Sie auf **Sichern und abspeichern** klicken, wird die Konfiguration zu einer Vorlage für die zukünftige Verwendung in der Konfigurationsdatenbank abgelegt
- 14 Wiederholen Sie das gleiche Verfahren für alle UWPA, die Sie mit demselben LoRaWAN®-Netzwerk oder demselben UWP 3.0 verbinden möchten
- 15 Klicken Sie oben links neben **Konfiguration editieren** auf ←, um zum UWPA-Dashboard zurückzukehren
- 16 Der letzte Teil des Vorgangs hängt von den Einstellungen des Netzwerktyps ab:

Wenn Sie folgende Netzwerkart gewählt haben:	Dann ...
LoRaWAN®-Netzwerk	<ol style="list-style-type: none"> 1 Klicken Sie auf die Registerkarte LoRaWAN®-Netzwerkgeräte 2 Wählen Sie die Geräte aus, die in das Netzwerk integriert werden sollen 3 Klicken Sie auf Export to Excel oder Export to CSV, um eine Datei zu generieren, die eindeutige UWPA-Kennungen (DEVEui) und die für den Systemintegrator freizugebenden Schlüssel enthält
UWP 3.0 (UWPM-Gateway)	<ol style="list-style-type: none"> 1 Klicken Sie auf die Registerkarte UWP-3.0-Netzwerkgeräte 2 Wählen Sie die Geräte aus, die in das Netzwerk integriert werden sollen 3 Klicken Sie auf Datei für die Integration in UWP exportieren (oben rechts), um die ZIP-Datei zu generieren. Diese Datei muss über die Software UWP-3.0-Tool in das Gerät UWP 3.0 importiert werden (siehe entsprechendes Handbuch)

UWPA / UWPM

Wireless Submetering mit LoRa® und LoRaWAN®

Zusammenfassung

Die neuen Funk-Technologien LoRa® und LoRaWAN® mit großer Reichweite sind die ideale Lösung für private Netzwerke oder öffentliche Netzwerke in Städten, in denen jeweils kleine Datenmengen von mehreren Geräten übertragen werden und die Gesamtbetriebskosten (TCO) des Systems möglichst niedrig gehalten werden sollen.

Die von Carlo Gavazzi angebotenen Lösungen realisieren die Einrichtung drahtloser Verbindungen mit großer Reichweite, um in ausgedehnten Netzwerken Daten von dezentralen Carlo Gavazzi-Messgeräten zentral zu erfassen und zu verarbeiten.

Die wichtigsten Faktoren unserer Lösung

- Kommunikationsreichweite (bis zu 10 km)
- Hohe Störsicherheit
- Hohe Netzwerksicherheit (AES-128-Verschlüsselung)
- Unidirektionale Übertragung und Zweizeige-Kommunikation für Quittierung und Uhrzeitsynchronisation
- Große Anzahl von Anwendungen (öffentlich und privat).

Wichtige Links

UWP 3.0 – Bedienungsanleitung	http://www.productselection.net/MANUALS/DE/uwp3.0_im.pdf
UWP 3.0 – Datenblatt	http://www.productselection.net/PDF/DE/uwp3.0_ds.pdf
UWPA, UWPM – Datenblatt	http://www.productselection.net/PDF/DE/uwpa-uwpm_ds.pdf
UWPA – Bedienungsanleitung	http://www.productselection.net/PDF/DE/uwpa-uwpm_ds.pdf
UWPM – Bedienungsanleitung	http://www.productselection.net/MANUALS/DE/uwpm_im.pdf
UWP 3.0 – Bestellen	www.productselection.net/DOCUMENT/UK/UWP3_how_to_order.pdf
Produktauswahl	http://www.productselection.net/?LANG=DE

Bibliographie

Elf IoT-Protokolle (Internet of Things), über die Sie Bescheid wissen müssen. Design Spark.

Unter <https://www.rs-online.com/designspark/eleven-internet-of-things-iot-protocols-you-need-to-know-about>

LoRa Alliance (2015). „LoRaWAN: What is it?“ (PDF).

Mekki, M., Bajic, E., Chaxel, F., & Meyer, F. (2019). A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment.

ICT Express, Elsevier, 5 (1), pp. 1-7, from <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S2405959517302953>

Semtech. What is LoRa®? Unter <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>

<https://lora-alliance.org/>

Technical understandings. (April 9th 2019). Wikipedia, the free encyclopedia.

Über https://en.wikipedia.org/wiki/4G#Technical_understandings

Überblick über die drahtlose M-Bus-Technologie. Radiocrafts. Embedded Wireless-Lösungen.

Unter <https://radiocrafts.com/technologies/wireless-m-bus-technology-overview/>

Haftungsausschluss LoRa® und LoRaWAN® sind eingetragene Marken der LoRa Alliance™. LoRa Alliance™ wird im Folgenden als UNTERNEHMEN bezeichnet. Carlo Gavazzi unterhält keine Geschäftsbeziehung zu dieser Firma. CARLO GAVAZZI ÜBERNIMMT KEINE AUSDRÜCKLICHEN, STILLSCHWEIGENDEN ODER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNGEN FÜR DIE INFORMATIONEN IN DIESEM DOKUMENT. Dieser INHALT wird „ohne Gewähr“ zur Verfügung gestellt. In diesem Dokument zum Ausdruck gebrachte Informationen und Ansichten, einschließlich URLs und anderer Verweise auf Internet-Websites, können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Dieses Dokument gewährt Ihnen keine gesetzlichen Rechte an geistigem Eigentum oder einem Produkt von Carlo Gavazzi oder den aufgeführten UNTERNEHMEN. Sie dürfen dieses Dokument nur für interne Referenzzwecke kopieren und verwenden.

Kompatible Komponenten von Carlo Gavazzi

Energiezähler	EM24-Serie	EM210-Serie
	EM100-EM300-Serie	
	ET100-ET300-Serie	
	WM15/20/30/40/50-Serie	CPA-Serie
Energiezähler/ Netzanalysatoren	VMU-MC/VMU-OC	
Impulssammler		

DIE VERTRIEBSGESELLSCHAFTEN IN EUROPA

BELGIEN

Carlo Gavazzi NV/SA
Mechelsesteenweg 311, B-1800 Vilvoorde
Tel: +32 2 257 4120
Fax: +32 2 257 41 25
sales@carlogavazzi.be

DÄNEMARK

Carlo Gavazzi Handel A/S
Over Hadstensevej 40, DK-8370 Hadsten
Tel: +45 89 60 6100
Fax: +45 86 98 15 30
handel@gavazzi.dk

DEUTSCHLAND

Carlo Gavazzi GmbH
Pfnorstr. 10-14
D-64293 Darmstadt
Tel: +49 6151 81000
Fax: +49 6151 81 00 40
info@gavazzi.de

FINNLAND

Carlo Gavazzi OY AB
Petaksentie 2-4, FI-00661 Helsinki
Tel: +358 9 756 2000
Fax: +358 9 756 20010
myynti@gavazzi.fi

FRANKREICH

Carlo Gavazzi Sarl
Zac de Paris Nord II, 69, rue de la Belle
Etoile, F-95956 Roissy CDG Cedex
Tel: +33 1 49 38 98 60
Fax: +33 1 48 63 27 43
french.team@carlogavazzi.fr

GROSSBRITANNIEN

4.4 Frimley Business Park
Frimley, Camberley, Surrey GU16 7SG
Great Britain
Tel: +44 1 276 854 110
Fax: +44 1 276 682 140
sales@carlogavazzi.co.uk

ITALIEN

Carlo Gavazzi SpA
Via Milano 13, I-20020 Lainate
Tel: +39 02 931 761
Fax: +39 02 931 763 01
info@gavazziacbu.it

NIEDERLANDE

Carlo Gavazzi BV
Wijkermeerweg 23
NL-1948 NT Beverwijk
Tel: +31 251 22 9345
Fax: +31 251 22 60 55
info@carlogavazzi.nl

NORWEGEN

Carlo Gavazzi AS
Melkeveien 13, N-3919 Porsgrunn
Tel: +47 35 93 0800
Fax: +47 35 93 08 01
post@gavazzi.no

ÖSTERREICH

Carlo Gavazzi GmbH
Ketzergasse 374, A-1230 Wien
Tel: +43 1 888 4112
Fax: +43 1 889 10 53
office@carlogavazzi.at

PORTUGAL

Carlo Gavazzi Lda
Rua dos Jerónimos 38-B
P-1400-212 Lisboa
Tel: +351 21 361 7060
Fax: +351 21 362 13 73
carlogavazzi@carlogavazzi.pt

SCHWEDEN

Carlo Gavazzi AB
V:a Kyrkogatan 1
S-652 24 Karlstad
Tel: +46 54 85 1125
Fax: +46 54 85 11 77
info@carlogavazzi.se

SCHWEIZ

Carlo Gavazzi AG
Verkauf Schweiz/Vente Suisse
Sumpfstrasse 3
CH-6312 Steinhausen
Tel: +41 41 747 4535
Fax: +41 41 740 45 40
info@carlogavazzi.ch

SPANIEN

Carlo Gavazzi SA
Avda. Iparraguirre, 80-82
E-48940 Leioa (Bizkaia)
Tel: +34 94 480 4037
Fax: +34 94 431 6081
gavazzi@gavazzi.es

DIE VERTRIEBSGESELLSCHAFTEN IN AMERIKA

USA

Carlo Gavazzi Inc.
750 Hastings Lane
Buffalo Grove, IL 60089-6904, USA
Tel: +1 847 465 6100
Fax: +1 847 465 7373
sales@carlogavazzi.com

KANADA

Carlo Gavazzi Inc.
2660 Meadowvale Boulevard
Mississauga, ON L5N 6M6, Canada
Tel: +1 905 542 0979
Fax: +1 905 542 22 48
gavazzi@carlogavazzi.com

MEXICO

Carlo Gavazzi
Mexico S.A. de C.V.
Calle La Montaña no. 28
Fracc. Los Pastores
Naucalpan de Juárez, EDOMEX CP 53340
Tel & Fax: +52.55.5373.7042
mexicosales@carlogavazzi.com

BRASILIEN

Carlo Gavazzi
Automação Ltda.
Av. Francisco Matarazzo, 1752
Conj. 2108 – Barra-Funda
São Paulo/SP – CEP 05001-200
Tel: +55 11 3052 0832
Fax: +55 11 3057 1753
info@carlogavazzi.com.br

DIE VERTRIEBSGESELLSCHAFTEN IN ASIEN UND PAZIFIK

SINGAPUR

Carlo Gavazzi Automation
Singapore Pte. Ltd.
61 Tai Seng Avenue #05-06
Print Media Hub @ Paya Lebar iPark
Singapore 534167
Tel: +65 67 466 990
Fax: +65 67 461 980
info@carlogavazzi.com.sg

MALAYSIA

Carlo Gavazzi Automation
(M) SDN. BHD.
D12-06-G, Block D12
Pusat Perdagangan Dana 1
Jalan PJU 1A/46, 47301 Petaling Jaya
Selangor, Malaysia
Tel: +60 3 7842 7299
Fax: +60 3 7842 7399
sales@gavazzi-asia.com

CHINA

Carlo Gavazzi Automation
(China) Co. Ltd.
Unit 2308, 23/F.
News Building, Block 1, 1002
Middle Shennan Zhong Road
Shenzhen, China
Tel: +86 755 83699500
Fax: +86 755 83699300
sales@carlogavazzi.cn

HONG KONG

Carlo Gavazzi
Automation Hong Kong Ltd.
Unit 3 12/F Crown Industrial Bldg.
106 How Ming St., Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
Tel: +852 23041228
Fax: +852 23443689

DIE FERTIGUNGSTÄTTEN

DÄNEMARK

Carlo Gavazzi Industri A/S
Hadsten

MALTA

Carlo Gavazzi Ltd
Zejtun

ITALIEN

Carlo Gavazzi Controls SpA
Belluno

LITAUEN

Uab Carlo Gavazzi Industri Kaunas
Kaunas

CHINA

Carlo Gavazzi Automation
(Kunshan) Co., Ltd.
Kunshan

DIE FIRMENZENTRALE

ITALIEN

Carlo Gavazzi Automation SpA
Via Milano, 13
I-20020 Lainate (MI)
Tel: +39 02 931 761
info@gavazziautomation.com

CARLO GAVAZZI
Automation Components

Energy to Components!

www.gavazziautomation.com

