



**Smart Metering mit KNX**

**Smart Metering with KNX**



## Inhalt / Content

|  |           |
|--|-----------|
| <b>KNX Metering ist Smart</b><br><b>KNX Metering is Smart</b>  | <b>4</b>  |
| <b>KNX Metering Spezifikation</b><br><i>Der weltweit einzige STANDARD für Smart Metering</i><br><b>KNX Metering Specification</b><br><i>The only worldwide STANDARD for Smart Metering</i> | <b>7</b>  |
| <b>Smart Metering mit KNX</b><br><i>Produktübersicht</i><br><b>Smart Metering with KNX</b><br><i>Product overview</i>  | <b>9</b>  |
| <b>KNX Schnittstellen zum M-Bus</b><br><b>Connecting M-Bus meters to the KNX world</b>   | <b>13</b> |
| <b>Energiebedarf bewusst machen</b><br><i>Smart Metering im Schulbetrieb</i><br><b>Energy Awareness</b><br><i>Smart Metering in the Operation of a School</i>                              | <b>14</b> |

## KNX Metering ist Smart KNX Metering is Smart

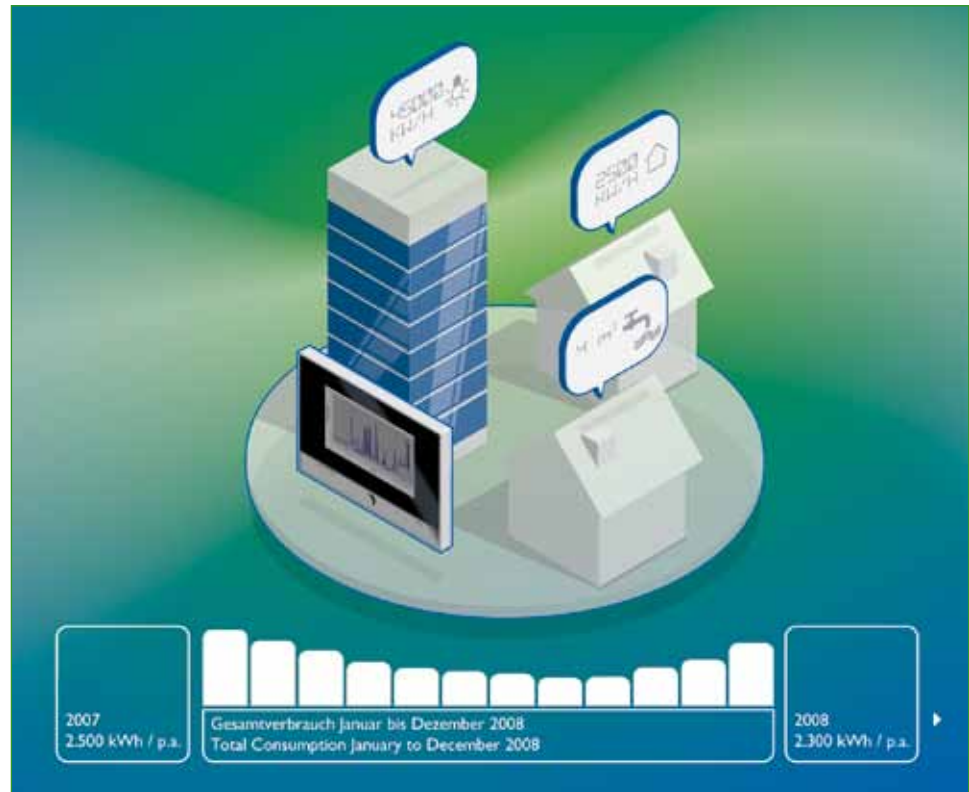
**Steigende Energiekosten, Wirtschaftlichkeit und der nötige Klimaschutz wecken die Forderung nach mehr Transparenz im Energieverbrauch. Dem stehen die allgemein praktizierten jährlichen Abrechnungen entgegen. Eine Änderung bahnt sich hier nur beim Bezug von elektrischer Energie an. Durch Nutzung intelligenter Energiezähler könnte der Stromkunde künftig seinen Verbrauch zeitnah beobachten und bewusst steuern. Mit KNX ist ein detailliert bewusster Umgang mit Energie heute schon möglich, nicht nur bei der elektrischen Energie, sondern auch mit Wärme, Wasser und mit fossilen Energieträgern wie Öl und Gas. Zahlreiche KNX Komponenten sind bereits auf dem Markt.**

### Transparenz

Ein Schlüssel für den bewussteren Umgang mit Energie im Gebäude ist, dem Verbraucher den laufenden Energieverbrauch möglichst plastisch vor Augen zu führen. Nichts anderes tut die seit langem bekannte Momentanverbrauchsanzeige im Auto: Bei unüberlegtem, rasantem Gasgeben oder beim Fahren mit „Bleifuss“ kann man sofort sehen, wie der Spritverbrauch in ungeahnte Höhen schnellst. Nicht anders könnte es in den Gebäuden sein. Nur sind bisher nur sehr wenige mit solchen Messeinrichtungen ausgestattet. „Smart Metering“ wird dieses Verfahren



Momentanverbrauchsanzeige im Auto  
Fuel consumption indicators in cars



genannt, was soviel wie „Intelligente Messwerterfassung und -anzeige“ bedeutet. Nur wenn ich weiss, wann und wofür augenblicklich wieviel Energie verbraucht wird, kann ich entsprechend gegensteuern, bestimmte Verbraucher abschalten bzw. in günstigeren Tarifzeiten betreiben.

### Gesetzliche Vorgaben

Aleine schon die Visualisierung von Verbrauchsdaten zum Beispiel des Stromverbrauchs in einem Wohnhaus, im Gewerbe oder in einem Industrieunternehmen kann das Bewusstsein für den Energieverbrauch schärfen. Wer zeitnah mit seinen Energiekosten konfrontiert wird, kann schnell und gezielt Maßnahmen zu Einsparungen ergreifen. Deshalb wird selbst auf politischer Ebene über die Einführung von intelligenten Stromzählern (Smart-Meter) für mehr Transparenz beim Stromverbrauch diskutiert.

Die gesetzliche Vorgabe sieht vor, dass der Energieversorger neue Energiezähler beim Energiekunden verbaut, die per Zählerfernauslesung oder direkter Auslesung eine intervallgesteuerte Energieverbrauchserfassung durchführt und diese dem Kunden auf geeignete Weise zur Verfügung stellt. Gedacht ist daran, den Kunden per Papier, Internetzugang beim Energieversorger oder direkt über seinen Energieverbrauch zu informieren. Der Vorteil für den Kunden besteht darin, dass er nicht durch eine jährliche Zählerablesung mit Jahresvorkalkulation über seinen Energieverbrauch und damit die Kosten informiert wird, sondern intervallgesteuert und so über sein Energieverbrauchsverhalten informiert wird. Dieser vermeintliche Vorteil für den Kunden wird dadurch geschmälert, dass die gesetzliche Vorgabe lediglich tagesgenaue Energiedatener-

fassung fordert und zudem die Verbrauchserfassung auf elektrische Energie beschränkt ist. Zum einen wird der Kunde aus einer tagesgenauen Energieverbrauchskurve keine Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten einzelner Verbraucher und zudem nur wenige Nutzinformationen erhalten, zum anderen sind die



Der elektronische Haushaltszähler entspricht den neuen gesetzlichen Regelungen / This electronic household meter complies with the new legal requirements



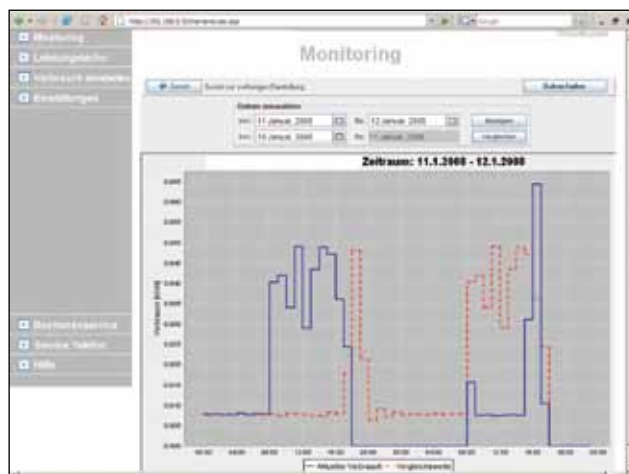
KNX Visualisierung der Innenraumtemperatur / KNX visualisation of the indoor temperature

Energiekosten bis auf Elektroheizungen stärker im Bereich der Heizungskosten für z. B. Gas, Öl oder Fernwärme gebündelt.

### Eine Aufgabe für KNX

Was nützt es jedoch dem Kunden, wenn er über seine Heizkosten, aber weder über die Temperaturen in den Räumen, den Öffnungszustand der Fenster oder den Bewohnungsstatus des Hauses informiert ist? Was nützt es, wenn er über Stromversorgungskosten informiert ist, aber einzelne Verbraucherschaltzustände oder den

Bewohnungsstatus nicht kennt? Bessere Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten und die Einsparpotenziale oder direkte Hinweise zur Optimierung des Verbraucherverhaltens erhält der Kunde durch die Bereitstellung von Temperaturen in den Räumen, die Fensterstellung und den Bewohnungsstatus. Hier bietet KNX Lösungen, die über ein Visualisierungs- und Automatisierungssystem mit der Energiedatenerfassung kombiniert werden können. Ergebnis dieser Implementation ist das aktive Energiemanagement, über das der Kunde



Stromverbrauchsanalyse im Detail mit Vergleichsfunktionen. Detailed analysis of electricity consumption with comparing functions.

sich informieren kann, durch eine Visualisierungsoberfläche jedoch gezielt auch auf notwendige Nutzeränderungen hingewiesen wird.

### Schlussfolgerung

In den Einführungskonzeptionen für Smart Metering spielt die Kostenneutralität oder das ROI (Return Of Investment) eine wesentliche Rolle. Den Investitionen stehen Effizienzsteigerungen durch Onlineablesung und -abrechnung, insbesondere jedoch Kostensenkungen im Energiebereich gegenüber. Die dann noch vorhandene „Kostenlücke“ kann

durch zusätzliche Dienste geschlossen werden. Hier sind Services durch kontinuierliche Verbrauchsinformationen, Überwachungseinrichtungen, z. B. Rauchwarnmelder, Glasbruchsensoren, Wohnraumregelung, Überwachung der Bewohner u. a. möglich. Dabei steht die Kompatibilität der Messgeräte mit der KNX Welt im Vordergrund.

*The rising cost of energy, the need for commercial viability and the protection of the climate call for more transparency in energy consumption. The general practice of annual energy bills does not help in this matter. Changes are on the horizon only with respect to the supply of electricity. By using intelligent energy meters, electricity consumers could view their consumption as it happens and would be in a better position to control it. With KNX, more detailed choices regarding the responsible use of energy are possible already now, not only for electricity but also for heat, water and fossil fuels such as oil and gas. Numerous KNX components are already available on the market.*

### Transparency

One key element for achieving more selective energy consumption patterns by consumers in buildings is to

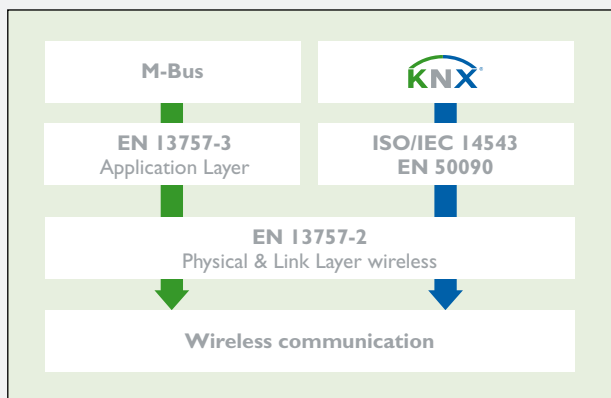
### KNX & M-Bus / KNX & M-bus

Der Wireless M-Bus nach EN 13757-4 ist auch ein Associated KNX Standard, welcher im Vol. 10 Part 3 beschrieben wurde. Mit dem Vol. 7 Part 60 der KNX Norm wird das Mapping der M-Bus Metering Informationen zum KNX beschrieben. Die physikalische Schicht (physical layer) und die Verbindungsschicht

(link layer) sind mit den entsprechenden Teilen der EN 13757 als KNX Metering abgestimmt. Regeln zum Austausch von Informationen zwischen EN 13757 und KNX auf der Applikationsschicht werden z. Zt. erarbeitet. Ein Datenaustausch auf physikalischer Ebene ist bereits jetzt möglich. Auf dieser Basis ist nun ein KNX Produkt möglich,

dass sowohl beide M-Bus Telegramme (EN 13757) als auch KNX Telegramme mit einem einzigen Empfänger empfangen kann.

The wireless M-bus in accordance with EN 13757-4 is also an associated KNX-standard, which was described in Vol. 10 part 3. Vol. 7 part 60 of the KNX standard describes the mapping of M-bus metering information to the KNX. The physical layer and the link layer are designed as KNX metering in compliance with the respective parts of EN 13757. Rules for the exchange of information between EN 13757 and KNX at the application layer are currently under preparation. A data exchange at the physical level is already possible now. On this basis it is now possible to make a KNX product that can receive both M-bus telegrams (EN 13757) as well as KNX telegrams with a single receiver.



make it possible for them to monitor their on-going energy consumption as directly as possible. For a long time now we have had fuel consumption indicators in cars that show our current consumption: when we press the accelerator impulsively or drive with 'a heavy foot', we can see immediately how our fuel consumption jumps up or stays high. It could be the same in buildings. But unfortunately, only very few are as yet equipped with such metering devices. This method, also called 'smart metering', provides intelligent metering

and display of the energy consumed. I can only make more economic choices with my use of energy, such as turning off appliances or shifting uses to cheaper tariff time zones, when I know where and what for I am currently using energy.

### Legal requirements

When consumers are able to see their consumption patterns, for example for electricity in residential buildings, commercial units or in industrial premises, this simple fact can heighten their awareness of the energy consumed. People who are

confronted with their energy costs while consumption takes place can quickly take appropriate measures to reduce that consumption. For this reason, even policy makers discuss the introduction of intelligent electricity meters (smart meters) for the sake of greater transparency in electricity consumption.

Legal requirements stipulate that the utility company installs new energy meters at the customers' premises, which carry out an interval-controlled energy consumption metering which is read either remotely

or directly at the meter, and make the results available to customers in suitable ways. Possible options are to inform customers about their energy consumption via written notice, via internet access to the utility company, or directly. The advantage for customers is that they obtain information about their energy consumption patterns based on selectable intervals rather than having to wait for the annual energy bill and being informed about their estimated energy consumption costs by extrapolation from the previous year's meter readings. How-

## Smart Metering / Smart Metering

Die bekannten Schlagworte für entsprechende Applikationen lauten „Smart Home“ (Automatisierung im Gebäudebereich), „Smart Grid“ (netzzeitige Effizienzsteigerung) und „Smart Metering“ (Digitalisierung und Automation rund um die Verbrauchsmessung), wobei Smart Metering häufig auch als Oberbegriff für alle Applikationen verwendet wird. Im Klartext versteht man unter „Smart-Metering“ die Nutzung intelligenter Energiezähler und Messgeräte, um den Energieverbrauch in Gebäuden transparent zu machen und um ein automatisches Energiemanagement zu realisieren

Smart Metering spielt im Haus und im Gebäude zukünftig eine immer bedeutendere Rolle. Sei es,

- um Abrechnungen monatlich durchzuführen, wie das in einigen Staaten üblich ist (z. B. USA, Rumänien, Litauen, Schweden, Dänemark) und wie es zukünftig durch Umsetzung der EU-Energieeffizienz-Richtlinie auch in allen europäischen Ländern erwartet wird,
- um Gebäude auf Schäden oder abnormale Zustände zu überwachen (z. B. Wasserrohrbruch),
- um die Mieter über ihr Verbrauchsverhalten zu informieren, z. B. um Energiekosten zu sparen,
- um kurzfristig Abrechnungen bei Mieterwechsel erstellen zu können,
- um umfassende Informationen über die Energienutzung eines Hauses für die Erarbeitung des Energiepasses zu erhalten,
- um Informationen über das Energieverbrauchsverhalten kompletter Liegenschaften zu

bekommen, z. B. um die Energieverteilung zu optimieren und um Spitzenlasten zu vermeiden,

- um die EU-Rahmenrichtlinie „Energieeffizienz“ 2006/32/EG über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen zu erfüllen, wonach die Abrechnung der Haushaltskunden so detailliert und so häufig durchgeführt werden muss, dass der Kunde seinen Energieverbrauch erkennen und steuern kann.

The well-known buzzwords for these types of application are 'Smart Home' (automation of building functions), 'Smart Grid' (increasing efficiency of the grid) and 'Smart Metering' (digitalisation and automation of various types of consumption metering), with Smart Metering often being used as generic term for all applications. The term Smart Metering refers to the use

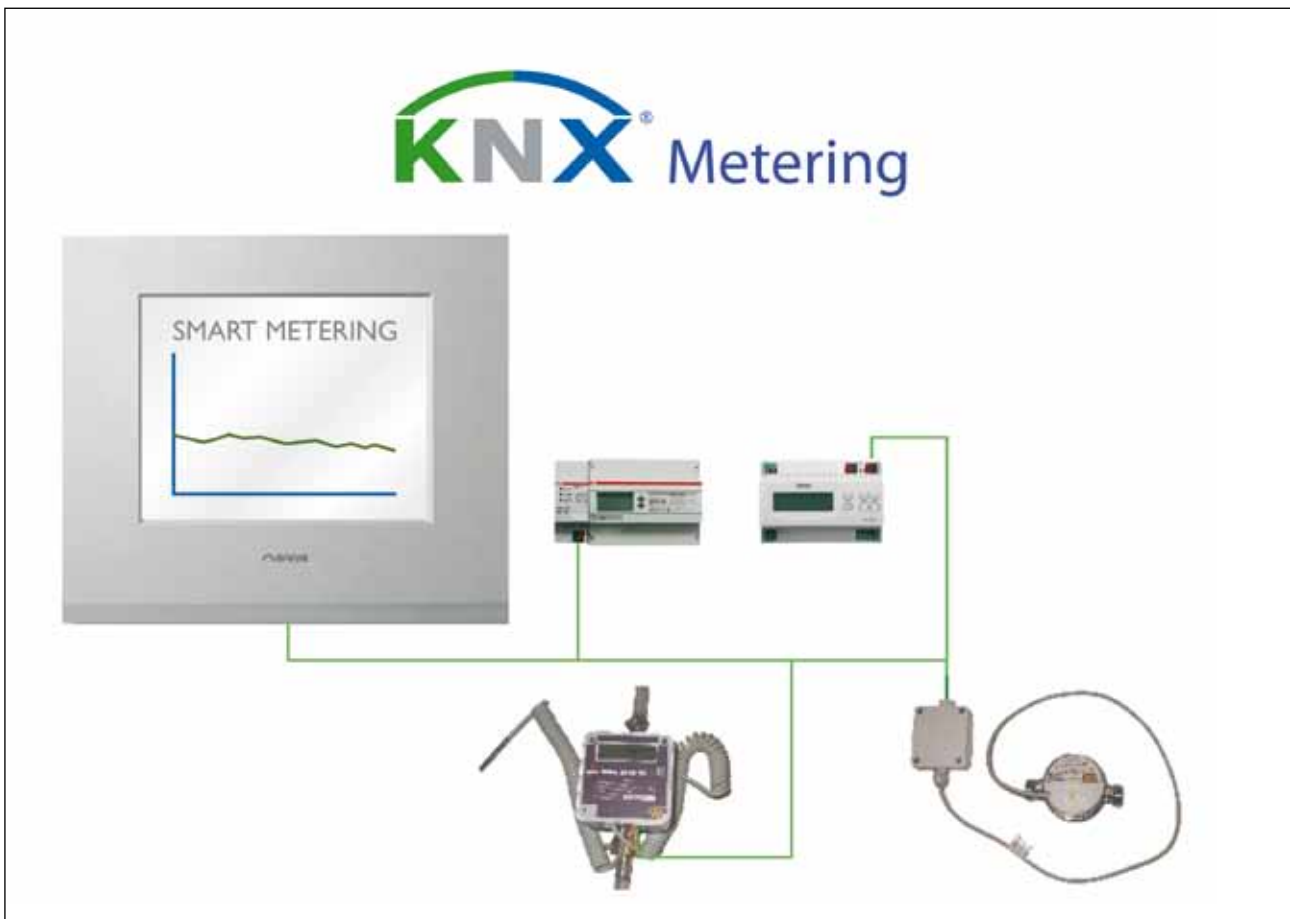
of intelligent energy meters and measuring instruments in order to make the energy consumption in buildings transparent and to realise automatic energy management.

In future, Smart Metering will play an increasingly important role in residential and commercial buildings. The reasons:

- to prepare monthly bills, as is customary in some countries (e.g. USA, Romania, Lithuania, Sweden, Denmark) and is expected in the future in all European countries following the implementation of the EU Energy Performance of Buildings Directive;
- to monitor buildings for damage or non-standard conditions (e.g. burst water pipes);
- to inform tenants about their consumption patterns, e.g. to save energy costs;

- to prepare energy bills at short notice, when there is a change of tenants;
- to obtain comprehensive information about the use of energy in a building for the purpose of producing an energy certificate;
- to obtain information about the energy consumption patterns of whole properties, e.g. in order to optimise the distribution of energy and avoid peak loads;
- to comply with EC Directive 2006/32/EC on Energy End-use Efficiency and Energy Services, which sets out that the energy bills for household customers have to be sufficiently detailed and served frequently enough for customers to be aware of their energy consumption and control it correspondingly.





ver, this hoped-for advantage for customers is reduced by the fact that the legal requirement only stipulates energy readings for daily intervals and is also confined to the metering of electrical energy. The disadvantages are, firstly, that customers will not obtain much useful information from daily energy consumption curves and will not be able to draw any conclusions for the consumption patterns of individual appliances and, secondly, where electricity is not used for space heating, energy costs refer more to fuels such as gas, oil or district heating.

#### A task for KNX

Also we have to question the usefulness of customers being informed about their heating costs when they do not get any information about the temperature in their rooms, the ventilation status of their windows or the occupation status of the apartment/house. How useful is it for customers to be informed about the cost of electricity supply when they do not know the settings of their various appliances or whether rooms are occupied or not? Customers will be able to draw better conclusions about consumption patterns and potential savings or about

optimising their usage patterns when they have information about the temperature in their rooms, the ventilation status of their windows and the occupation status. For this situation, KNX offers visualisation and automation solutions that can be combined with the metering of energy data. The result of this implementation is an active energy management, which can be used by customers to obtain information and, more importantly, will highlight any necessary changes of user pattern shown on the visual display.

#### Conclusion

In the concept for introducing Smart Metering the ROI (return on investment) or cost neutrality is of great importance. The investment is offset by increases in efficiency through on-line meter reading and billing and, particularly, by cost reductions in energy consumption. Any remaining 'cost gaps' can be closed by additional services. Possible options are continuous user information, monitoring devices, e.g. smoke detectors, glass breakage sensors, room heating controls, monitoring facilities for the vital functions of occupants etc. An important prerequisite for these services is the compatibility of the metering devices and instruments with the KNX world.

## KNX Metering Spezifikation

Der weltweit einzige STANDARD für Smart Metering

## KNX Metering Specification

The only worldwide STANDARD for Smart Metering

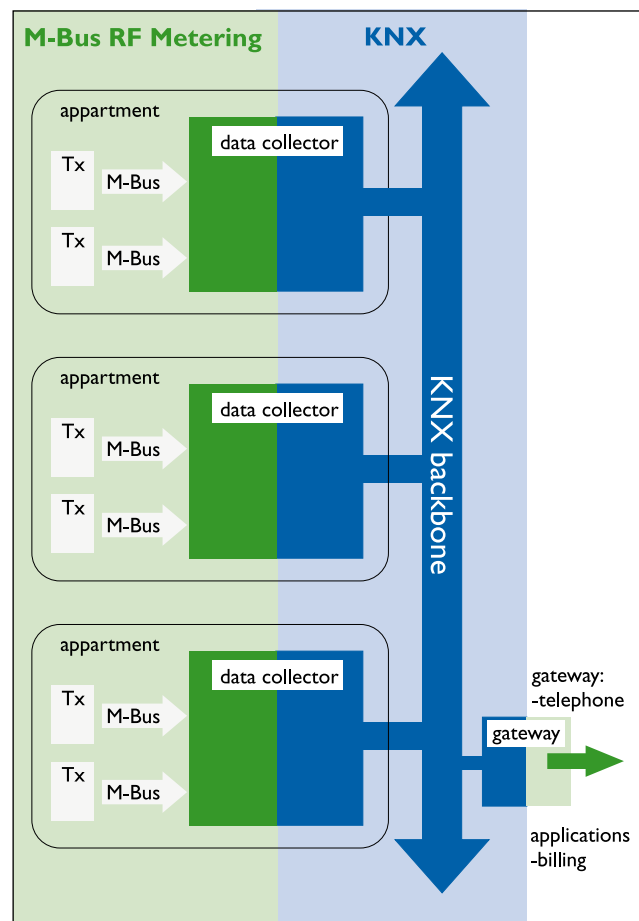
**Intelligente Häuser oder Gebäude nutzen KNX als Steuerungssystem über eine passende Kombination der Kommunikationsmedien KNX Twisted Pair (das allgegenwärtige grüne Kabel), Powerline Übertragung (Stromleitung), internetbasierte Kommunikation (IP) oder Funk (RF). Das Letztere, das KNX RF, bietet hierbei den Anschluss zur Verbrauchsdatenerfassung für Gas, Wasser, Strom, etc..**

In der Tat, hatte die KNX Association seit dem Start der Konzeption von KNX RF bereits mit der CEN TC 294 WG5 zusammen gearbeitet und die Parameter des KNX RF Physical Layer (868 MHz-Standard CEPT/ERC 70-03) und den Data Link Layer (basierend auf dem FT3-Protokoll IEC870-5-2) mit der M-Bus Spezifikation optimiert. Dies beinhaltet die FSK Abweichung, die Frequenztoleranz sowie das grundlegende gemeinsame Frame Format bis hin zu Dedicated Provisions (Services, APIs) im Gerät. Mit gemeinsamen Definitionen und der Integration auf diesem Niveau ist ein KNX Produkt möglich, dass sowohl beide M-Bus Telegramme als auch KNX Telegramme mit einem einzigen Empfänger empfangen kann. „Normalweise ist solch ein Gerät wie eine Zentraleinheit“, sagt Steven De Bruyne, System Manager bei der KNX Association und Sekretär der KNX Arbeitsgruppe „Verbrauchsdatenerfassung“. Er fügte hinzu: „Herr Pahl von Qundis hat gute Arbeit geleistet, um eine gemeinsame Lösung mit der M-Bus Welt zu finden. Die M-Bus Gemeinschaft hat sich ebenfalls aktiv daran beteiligt,

den technischen Vorschlag zu Papier zu bringen. Der Ansatz war sehr pragmatisch und so ist der Schritt zur Implementierung klein. Es sind bereits einige Produkte angekündigt“. Wie sieht das nun in der Praxis aus? Das M-Bus Messgerät lässt sich überall im Gebäude verteilen und kann mehrere Wohnungen oder Büroetagen überspannen, die alle mit M-Bus und KNX RF Geräten ausgestattet sind. In solchen Gebäuden ist bereits oft ein KNX TP System vorhanden oder wird installiert. Messdaten werden sehr einfach durch ein Minimum an Kopplern in der Installation aufgenommen. Dadurch lassen sich die Installations- und Konfigurationskosten senken, wenn dieser Koppler sowohl den Zugang zu den Messdaten als auch zu den KNX Daten zur Verfügung stellt. Dank der nahtlosen Integration von KNX RF und M-bus ist dies sehr einfach zu bewerkstelligen. Sobald sich die Messdaten im KNX System befinden, werden sie weiter über KNXTP und IP transportiert und können dem Bedienpersonal oder dem Service Provider lokal oder in der Ferne (z. B. über das Internet) wie in der Abbildung gezeigt zur Verfügung gestellt werden. Steven De Bruyne weist noch auf eine besondere Herausforderung hin: „KNX integriert bereits Anwendungen wie Heizen und Kühlen. Dadurch stehen dem Kunden Prozess- und Sensordaten zur Verfügung. Die Integration des M-Busses rundet nun das Bild mit Verbrauchsdaten ab. Dabei muss beachtet werden, dass die Daten korrekt übertragen und wiedergegeben werden, bei gleichzeitiger Maximierung der Vorteile für alle involvierten Partner!“

Um dies zu erreichen, hat die Arbeitsgruppe den Metering Data Collector (Messdatensammler) spezifiziert, der in einem einzigen weiter oben beschriebenen „Funk-zu-Leitung“ KNX Koppler integriert ist. Der Metering Data Collector bildet einen begrenzten Satz an gut definierten Teilmengen von M-Bus Messdaten, die auf einer KNX konformen Schnittstelle (Eigenschaften der KNX Interface Objects) ab (Mapping). Durch ein Gebäude- oder Liegenschafts-Gateway kann nun auf diese zugegriffen werden. Dieser Mechanismus stellt die wichtigsten Energieverbrauchsdaten zur Verfügung: aktuelle Werte, Minima, Ma-

xima, Durchschnittswerte usw. An dieser Stelle können wir die Vorteile des Array Aspekts der KNX Eigenschaften nutzen, die solche ergänzenden Messdaten (die mit verschiedenen Speichernummern des M-Busses korrespondieren) unterstützen. Die Flexibilität der Messanwendungen ist keineswegs begrenzt, es können ebenso Rohmessdatenformate übertragen werden. Um der KNX Tradition des guten Zusammenwirkens zwischen den Anwendungen im Betrieb treu zu bleiben, wollten wir dieses Mapping sogar noch umfangreicher als beschrieben gestalten. Deshalb werden Teile der M-Bus Daten, basierend auf einer sorgfältigen Auswahl



in Zusammenarbeit mit M-Bus Herstellern, zusätzlich im KNX Runtime Group Address Format zur Verfügung gestellt, um diese mit anderen Anwendungen zu teilen und sie für Visualisierungszwecke zu nutzen. Jetzt liegt es an den Herstellern und Anwendern, diese Konzepte am Markt umzusetzen.

**Smart homes and buildings employing KNX as their control network may be realised with any suitable combination of the communication media KNX Twisted Pair (the ubiquitous green cable!), Powerline Carrier, Internet-based communication (IP) or Radio Frequency (RF). Now it is precisely the KNX RF medium that supplies the link to metering applications.**

Indeed, starting with the first design concepts of the KNX RF communication medium, KNX Association worked together with CENTC 294WG5 and streamlined the parameters of the KNX RF Physical Layer (868 MHz-standard CEPT/ERC 70-03) and the Data Link Layer (based on the FT3-protocol IEC870-5-2) with the M-Bus specifications. This concerns aspects as FSK deviation, frequency tolerance as well as a basic common frame format, up to dedicated provisions (services, API) in the devices.

“With this level of common definitions and integration, it is possible to have a KNX product that receives both M-Bus telegrams as well as KNX telegrams with only a single receiver. Normally this device is a kind of central unit,” says Steven De Bruyne, Systems Manager at KNX Association, and secretary of the KNX Task Force “Metering”. He adds: “As Convener of our Task Force, Mr. Pahl (Qundis) has done a great job in setting out common solutions with the metering people and the M-bus world. The M-Bus community

has also actively contributed to bringing concrete technical proposals to paper. The approach is a very pragmatic one, so the step towards implementation is small, and products have already been announced.”

So what does this look like in practice? The M-Bus RF metering devices may be spread all over the building, which may encompass multiple apartments or office floors, each equipped with several M-Bus as well as KNX RF devices. In such buildings, one common KNX TP network is often available or may be installed; metering data are easily captured through a minimum number of couplers in the installation. Clearly, the installation and configuration cost can be lowered if this gateway provides access to both the metering and KNX

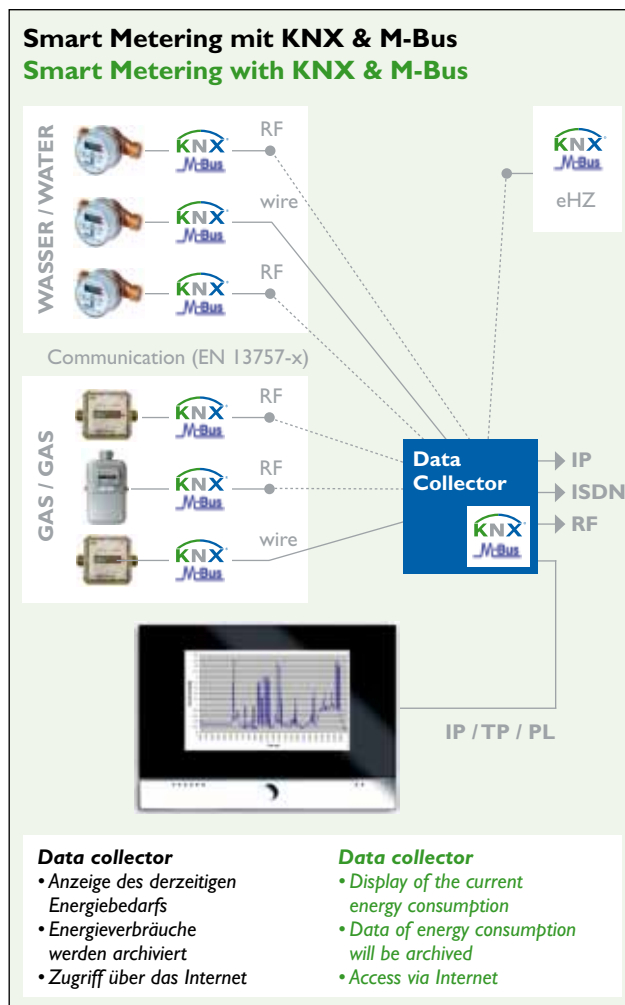
data. Thanks to the seamless integration of KNX RF with M-bus, this becomes a piece of cake.

Once on KNX, metering data may be readily transported over, say, KNX TP and IP from there, and made available to an operator or service provider locally or remotely (e.g. through Internet), as shown in the picture.

Steven De Bruyne further points out one particular challenge: “Among many others, KNX provides applications for heating and cooling. This makes process- and sensor data available to the customer. The integration with M-Bus completes this picture with consumption data. Care has to be taken concerning correct representation and data integrity, while maximising the advantage for all partners involved!”



To achieve this, the Task Force has modelled a Metering Data Collector, to be hosted in the single RF-to-wired KNX coupler referred to above. To begin with, the Metering Data Collector maps a limited and well-defined subset of M-Bus metering data to a structured, KNX compliant data interface (namely: properties of KNX Interface Objects), where they are now accessible to the building (or site) gateway. This mechanism provides access to the most important data on energy consumption: current values, minima, maxima, average... Here, we can take advantage of the “array” aspect of KNX properties, to support such complementary metering data (corresponding to multiple storage numbers on M-bus). Flexibility for metering applications is in no way curtailed, as raw metering formats may also be transported. But, true to the KNX tradition of strong run-time interworking across application domains, we wanted this mapping to be richer than what we just described. This is why part of the M-Bus data is *additionally* provided in the KNX system’s runtime Group Address format, for sharing with other applications and for visualisation purposes – based on a careful selection, defined in co-operation with M-Bus manufacturers. The challenge is now to the manufacturers and users to convert these concepts into real business.



## Smart Metering mit KNX

### Produktübersicht

## Smart Metering with KNX

### Product overview

#### Elektrozähler

Den Trend „Smart-Metering“ hat man bei Lingg & Jahnke in Radolfzell erkannt. Der KNX Anbieter hat EHZ mit KNX Schnittstelle neu ins Programm aufgenommen. Die geeichten Drehstromzähler EZ382A-FW / EZ382A-FW-REG und Wechselstromzähler EZ162A-FW finden Anwendung in Großanlagen als Zwischenzähler oder – Einverständnis der VNB vorausgesetzt – auch als Hauptzähler. Über einen internen Datenlogger zeichnen diese Verbrauchsdaten über den Zeitraum eines Jahres hinweg auf und stellen diese über Netzwerk oder KNX zur Verfügung. Basis der Nutzung ist der KNX Standard „FTP over KNX“ und die Facility-Web-Technik des Anbieters. In Verbindung mit dem Netzwerkkoppler NF-FW als Bindeglied kann direkt in den Busankoppler von KNX Geräten hineingesurft werden. Dabei erweist sich als besonders vorteilhaft, dass bei dieser zertifizierten und standardisierten Form der Kommunikation mit einem KNX Gerät keine spezielle Software benötigt wird. Somit ist es dem Gebäudebetreiber möglich, Betriebszustände oder Zählerstände der Geräte von jedem beliebigen Ort aus per Netzwerkanschluss



Drehstromzähler EZ382A-FW von Lingg & Janke / Three phase meter EZ382A-FW from Lingg & Janke

einzusehen. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf dem Abrufen der im Facility-Web-Busankoppler gespeicherten Daten. So werden z. B. beim Zähler alle zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten angezeigt und die wichtigsten Daten für den Zeitraum eines Jahres im Gerät selbst gespeichert. Für die exakte Auswertung von Verbrauchsdaten kann auch die Betriebsstundenerfassung z. B. von Dimmern, Schaltaktoren und der Temperaturverlauf bei Temperaturfühlern eine wichtige Rolle spielen. So zeigen sich vielseitige Anwendungen mit KNX für das intelligente Erfassen und Auswerten von Energiewerten: Langzeitaufzeichnung von Zählwerten und Temperaturverläufen, Betriebsstundenerfassungen, Datenaufbereitung mit Anzeige per Browseroberfläche, Übernahme der Daten zur Verbrauchsabrechnung und Möglichkeiten der Ferndiagnose.

**Kontakt:** [www.lingg-janke.de](http://www.lingg-janke.de)

#### Electricity meter

The trend 'Smart Metering' did not go unnoticed at Lingg & Jahnke, Radolfzell. This KNX manufacturer has recently added a home electricity meter with KNX interface to its product offer. The calibrated three phase meter EZ382A-FW respectively EZ382A-FW-REG and the alternating current meter EZ162A-FW are intended for larger installations as intermediate meter or – with the approval of the relevant utility – as main meter. Via an internal data logger, consumption data can be recorded during an entire year and can be transferred via network or KNX. Basis for this is the 'FTP over KNX' standard and the Facility Web technology as

designed by the company. By using the network coupler NF-FW as interface, one can directly access the memory of the bus coupling unit in the KNX device via the web. Especially advantageous is the fact that no special software is needed during this certified and standardized communication with a KNX device. In this way the building operator can check the operating status and meter values of a device from any location via a network connection. The focus of the communication lies on the accessing of the data stored in the Facility Web bus coupling unit. In this way, all available consumption data of the meters are displayed and the most important data over the period of one year are stored in the device itself. For an exact evaluation of consumption data also the operating hours of for instance dimmers, switching actuators and the temperature evolution of temperature sensors can play an important role. Long time recording of meter values and temperature evaluation, operating hours, data display in browsers, energy supply billing, remote diagnostics, ... are only a couple of examples of the multiple applications with KNX for the intelligent recording and evaluation of energy values.

**Contact:** [www.lingg-janke.de](http://www.lingg-janke.de)

#### Zählerschnittstelle

Mit der Zählerschnittstelle ZS/S I.1 von ABB Stotz-Kontakt werden Verbrauchs- und Messwerte von elektrischen Energieverbrauchszählern erfasst und über KNX weitergeleitet. Das Gerät verfügt über eine Infrarotschnittstelle, über die wahlweise ABB En-

ergieverbrauchszähler vom Typ Delta-plus, Delta-single oder Odin ausgelesen werden können. Die ausgelesenen Informationen und Daten können dann z. B. zur Kostenstellenabrechnung, Energieoptimierung, Visualisierung oder Installationsüberwachung genutzt werden. Zusätzlich werden auch aktuelle Strom- und Spannungswerte, Leistungswerte und der Cos phi übertragen.

**Kontakt:**  
[www.abb.de/Stotz-kontakt](http://www.abb.de/Stotz-kontakt)

#### Meter interface

With the help of the meter interface ZS/S I.1 of ABB Stotz Kontakt, consumption and measuring value of electrical energy consumption meters can be recorded and transmitted across KNX. The device is equipped with an infrared interface allowing reading out ABB energy Delta plus, Delta single oder Odin consumption meters. The read out information and data be used for cost center billing, energy optimization, visualization or surveillance of an installation. The device is also able to transmit current voltage, current values, power or Cos phi values.

**Contact:**  
[www.abb.de/Stotz-kontakt](http://www.abb.de/Stotz-kontakt)



Zählerschnittstelle ZS/S I.1 von ABB Stotz-Kontakt / Meter interface ZS/S I.1 from ABB Stotz-Kontakt

**Busfähige Zähler**

Zum Messen des Bezugs elektrischer Energie hat Siemens zwei Zählerversionen mit KNX Busankoppler im Programm. Sie sind einsetzbar in 1-phasigen und 3-phasigen Netzen, als direkt anschließbare Geräte (Typ NI62) bzw. für Wandleranschluss lieferbar (Typ NI65) und für PTB-Zulassung geeignet. Das LC-Display zeigt u. a. die Wirkenergie, den Preis pro kWh, die totalen Kosten, Blindenergie und momentane Wirkleistung. Auslesbar sind die Daten über IR-Datenschnittstelle sowie per KNX. Auch Betriebsstunden- und Schaltspielzähler können zur Beobachtung und Erfassung von Verbrauchswerten für ein Energiemanagement eingesetzt werden.

**Kontakt:**  
www.siemens.de/gamma

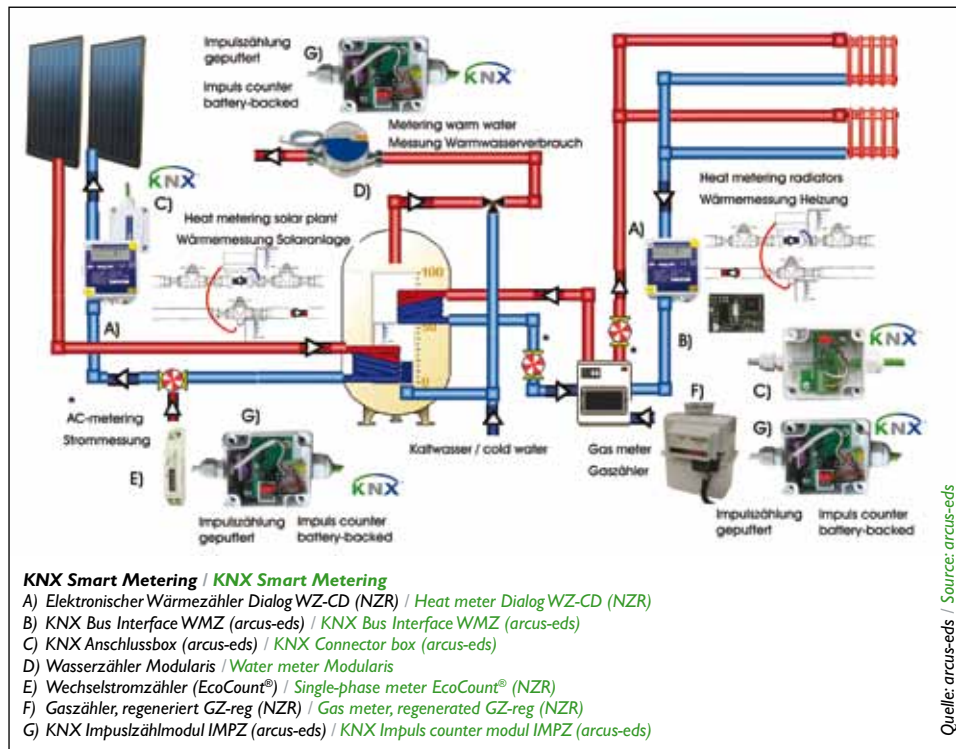
**Bus compatible meter**  
Siemens has two types of electricity meter equipped with KNX bus coupling unit in its product portfolio. They can be used in single or 3 phase networks and are delivered as directly connectable devices (type NI62) or for connection to transformer (type NI65), suitable for admission by the German national metrology institute (PTB). The LCD displays amongst others active energy, price per kWh, total costs, reactive energy and active volt-amperes. Data can be read out by KNX via the IR data interface. Also devices counting operating hours and switching times are on offer, which can be used to observe and record consumption data as part of an energy management concept.

**Contact:**  
www.siemens.com/gamma



NI62 und N343 von Siemens  
NI62 and N343 from Siemens

**Wärme und Wasser / Heat and water**



**Verbrauchsmessung Wärme (WMF)**  
Der Wärmemengenzähler der Firma Arcus-EDS besteht aus einem (optional geeichten) Wärmemengenzähler „Dialog WZ-CD“ der Firma NZR mit einem integrierten KNX Busankoppler zur Fernauslese und Fernüberwachung. Das elektronische Zählwerk verfügt über eine interne Lithium Batterie mit fünf Jahren Lebensdauer und ein Jahr zusätzlicher Gangreserve. Der KNX Busankoppler ist in das Zählwerk eingebaut und rückwirkungsfrei mit dem externen Anschlussblock verbunden. Der Zähler mit dem integrierten Busankoppler besitzt die Zulassung der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB).

**Kontakt:** www.arcus-eds.de

**Heat metering (WMF)**  
The Arcus-EDS Heat Meter is a „Dialog WZ-CD“ Heat Consumption Counter (calibration optional) from the company NZR, with an integrated KNX Bus Interface for remote reading and monitoring. The electronic counter is operated

by a lithium battery with a five year lifespan and one year additional reserve. The KNX bus interface is built into the counter and is connected non-reactively with the external terminal block. The meter with the integrated bus interface is authorized by the Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) (Federal Institute of Physical Engineering).

**Contact:** www.arcus-eds.de

**Verbrauchsmessung Impulszählung IMPZ**  
Zur universellen Erfassung von Verbrauchswerten für den KNX Bus wurde von arcus-eds ein Impulszählmodul mit batteriegepuffertem Datenspeicher und KNX Busankoppler zur Fernauslese und Fernüberwachung entwickelt. Das Modul im IP65 Gehäuse verfügt über eine interne Lithiumbatterie mit fünf Jahren Lebensdauer und ein Jahr zusätzlicher Gangreserve. Zähler mit Impulsausgängen (S0-Schnittstelle, Relaiskontakt) können so über das KNX IMPZ-Modul unabhängig vom Medium in den KNX Bus eingebunden werden. Das Messprinzip ermög-

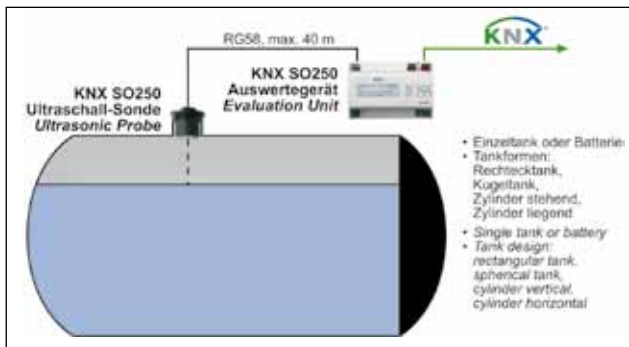
licht auch eine problemlose Nachrüstung in bestehenden Anlagen. Geeignete Zähler für diese Anwendung sind z. B. die PTB-zugelassenen Zähler für Wasser, Strom und Gas der Firma NZR.

**Kontakt:** www.arcus-eds.de

**Metering consumption Impuls counter IMPZ**  
For a all-purpose consumption data logging for the KNX-Bus arcus-eds has developed a impulse counter module with back-up data storage unit and KNX Bus Interface for remote reading and monitoring. The module in a IP65-Box is operated by a lithium battery with a five year lifespan and one year additional reserve. Meter including a pulse output (S0 Interface, relay contact) irrespective of the medium are possible to connect to the KNX Bus. The metering principle allows also an easily retrofitting in existing installations. Appropriate meters for this application are the PTB-authorized meters for water, electricity and gas from the company NZR.

**Contact:** www.arcus-eds.de

## Füllmengen / Volume read out



KNX SO250 Anwendung zur Füllmengenmessung im Heizöltank  
KNX SO250 Application for fill level measurement in a fuel tank

### Tanksonde KNX SO250

Die Tanksonde KNX SO250 von Elsner Elektronik ist zur Abstandsmessung und zur Erfassung von Füllmengen in Behältern geeignet. Sie besteht aus Ausgabegerät und Ultraschallsonde, die in einem Bereich von 12 bis 250 cm misst. Die KNX SO250 hat einen Anschluss für KNX und zusätzlich zwei Schaltausgänge. Beim Über- oder Unterschreiten einer eingegebenen Menge oder Distanz schalten die Relaisausgänge. Am Ausgabegerät werden dafür die Tankgeometrie, die Tankanzahl und das Messintervall eingestellt. Das Display zeigt außerdem den momentanen Abstand bzw. die Füllmenge an. Über den integrierten Buskoppler können Informationen über den aktuellen Abstand bzw. den Füllstand flexibel eingesetzt werden.

#### Kontakt:

[www.elsner-elektronik.de](http://www.elsner-elektronik.de)

### tank probe KNX SO250

The tank probe KNX SO250 of Elsner Elektronik can be used to measure distances and check volumes in containers.

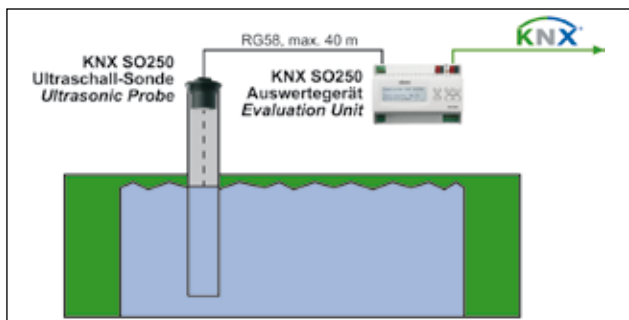


Tanksonde KNX SO250 von Elsner-Elektronik / Tank probe KNX SO250 of Elsner-Elektronik

It consists of an output device and an ultra sonic probe, with a range of 12 to 250 cm. The KNX SO250 has a connection to KNX and two additional outputs that can be switched when exceeding or dropping below a specified volume or distance. For this, the tank geometry, the number of tanks and the measuring interval can be set at the output device. The display shows the current distance respectively volume. Via the integrated bus coupling information on the current distance and volume can be applied in a flexible way.

#### Contact:

[www.elsner-elektronik.de](http://www.elsner-elektronik.de)



KNX SO250 Anwendung zur Wasserstandsmessung im Teich  
KNX SO250 Application for water level measurement in a pond

## KNX Schnittstellen zum M-Bus

## Connecting M-Bus meters to the KNX world

Als wesentlicher Standard für die Fernauslesung von Zählern ist in Europa die Norm ENI3757-x „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ erarbeitet worden (die sog. M-Bus-Norm). Die Norm definiert drahtgebundene und drahtlose (868 MHz) Fernauslesung von Zählern. Die M-Bus zur KNX Schnittstelle wird in der Praxis bereits von einigen KNX Mitgliedern eingesetzt bzw. befindet sich für unterschiedliche Geräte in Entwicklung.

The significant standard for remote reading of meters in Europe is the ENI3757-x „Communication Systems for Meters and Remote Reading of Meters“ (the so called M-Bus-Standard) The standard defines wired and wireless (868 MHz) remote reading of meters. The M-Bus to KNX device is already being applied in practice by several KNX members and is in development for different devices.

### Das QUNDIS™ AMR System Die Komplettlösung für die Fernauslesung von Verbrauchswerten

Das KNX kompatible QUNDIS™ AMR Zählerfernauslesesystem besteht aus einem vollständigen Gerätespektrum für die drahtlose Fernauslesung des Wasser- und Wärmeverbrauchs in Wohnungen. Es umfasst verschiedene Typen von Heizkostenverteilern, elektronischen Warm- und Kaltwasserzählern, Wärmezählern und kombinierten Wärme- und Kältezählern sowie Funkaufsatzmodulen für mechanische funkvorbereitete Wasserzähler. Systemfremde Zähler, wie z. B. nicht nach dem wireless M-Bus-Standard arbeitende Zähler, können bei Bedarf mit Hilfe eines

Impulsadapters in das System integriert werden. Für die Errichtung des fernauslesbaren Funknetzwerkes sind batterie- oder netzversorgte Netzwerkknoten erforderlich. QUNDIS™ AMR stellt einfach, sicher und schnell die Messwerte für die Verbrauchsabrechnung zur Verfügung. Entweder vor Ort als walk by System, an einem beliebigen Netzwerkknoten WTTI6 (drahtgebunden oder auch drahtlos) oder von einem beliebigen anderen Ort mittels Übertragung der Werte über GSM, GPRS, Computer- oder Breitbandkabelnetzwerke. Es nutzt moderne Internettechnologien und Kommunikationswege für die Weiterleitung der Verbrauchswerte aus der Anlage direkt in das Leit- oder Abrechnungssystem.



Das QUNDIS™ AMR System  
The QUNDIS™ AMR System

**Ausrüstung von mehr als 300.000 Wohnungen mit KNX kompatiblen Messgeräten**

Alle Geräte der laufenden Generation des QUNDIS™ AMR Systems arbeiten mit wireless M-Bus nach EN 13757-3 und -4 und sind kompatibel zur KNX Spezifikation nach Vol. 10 Part 3. Inzwischen sind mehr als 300.000 Wohnungen in Europa mit dieser Technik ausgerüstet. Das QUNDIS™ AMR System wurde zudem in die KNX Umgebung mit dem bei Siemens produzierten Gammawave integriert. Auf dem Gammawave Touch Panel können die Verbrauchsinformationen abgelesen werden. Die laufende Generation ist kompatibel zur KNX Spezifikation nach Vol. 10 Part 3. Die Kompatibilität zu KNX Applikationen wurde mit dem von Siemens produzierten Gammawave System nachgewiesen. Auf dem Touch Panel von Gammawave sind die aktuell gemessenen Verbrauchswerte für die Bewohner ablesbar.

**Kontakt:** <http://www.qvedis.com/de/Siemeca%20AMR.html>

**The QUNDIS™ AMR System  
The All-In Solution for a Remote Readout of Consumption Values**

The KNX compatible QUNDIS™ AMR remote meter readout system consists of a full range of devices for the

wireless remote readout of water and heat consumption in apartments and flats. It encompasses various types of heat cost allocators, electronic hot and cold water meters, heat meters, combination heat and cold meters, as well as add-on radio modules for radio-ready mechanical water meters. If necessary, meters alien to the system, such as meters not operating on the basis of the wireless M-bus standard, may be integrated with the help of a pulse adaptor. In order for a remote radio readout network to be set up, battery or mains powered network nodes are required. QUNDIS™ AMR provides metered values for consumption billing in an easy, safe and quick manner. It can do so either locally as a walk-by system, at any given WTT I 6 network node (wire-based or wireless) or from any other location, with readings transmitted via GSM, GPRS, computer or broadband cable networks. It relies on latest Internet technology and communication routes to relay consumption values from the plant directly to the control or billing system.

**More than 300,000 Apartments Equipped with KNX-Compatible Meters**

All current generation devices of the QUNDIS™ AMR system use wireless M-bus technology compliant to EN 13757-3 and -4 and compatible with the KNX specification as laid down in Volume 10, Part 3. Equipment of this type has been installed in

more than 300,000 apartments and flats in Europe now. The the QUNDIS™ AMR system has been integrated into the KNX environment with the Gammawave building automation system manufactured by Siemens. Consumption data can be read on the Gammawave touch panel.

**Contact:** <http://www.qvedis.com/de/Siemeca%20AMR.html>

**Der KNX IP Controller im WAGO-I/O-System**

Mit dem KNX IP Controller im WAGO-I/O-System, einer seriellen Schnittstelle und einem Pegelwandler ist mehr als nur ein einfaches Auslesen von M-Bus-Zählern möglich. Der M-Bus (Meter-Bus) wird für die Auslesung von Ressourcenzählgeräten, wie Elektrozähler, Wärmezähler, Wasserzähler und mehr verwendet. Bei Verwendung des WAGO-I/O-Systems als dezentrale Steuerung wird er über einen Pegelwandler der Fa. RELAY und eine serielle Schnittstellenklemme auf den KNX IP Controller aufgeschaltet. Die Auswertung der M-Bus-Telegramme erfolgt mittels fertiger Funktionsbausteine in der internen Applikation. Hier kann auch eine weitere Verarbeitung hinsichtlich Alarm- und Grenzwerten bis hin zur Generierung von SMS oder Emails erfolgen. Die Zählerstände und alle weiteren Daten können entweder via KNX Gruppenadressen über das Medium Ethernet oder über KNX TPI zur Leittechnik übermittelt werden. Weiterhin lassen sich die Informationen

grafisch im integrierten Webserver aufbereiten, so dass ein direkter Zugriff auf die Webseiten im Controller über beliebige Web-Browser von überall gegeben ist.

**Kontakt:** [www.wago.com](http://www.wago.com)

**The KNX IP controller of the WAGO-I/O-System**

Together with a serial interface and a level converter, the KNX IP controller of the WAGO-I/O-SYSTEM can do much more than simply reading M-Bus meters.

The M-Bus (meter-bus) is used to read different types of utility meters (electricity, heat, water, etc.). Using the WAGO-I/O-SYSTEM as a decentralized control system, the M-Bus is connected to the KNX IP controller via both a serial interface module and a level converter from the company RELAY. Evaluating M-Bus telegrams is performed in the internal application via ready-made function modules. In combination with other function blocks they also allow alarm and limit values to be processed and SMS or emails to be generated. Both meter readings and all further data can be transmitted to the SCADA system by using group addresses either via KNX TPI or via KNX IP over Ethernet. Furthermore, an integrated web server allows information to be processed graphically, which provides direct access on the controller's web pages from any web browser and any location.

**Contact:** [www.wago.com](http://www.wago.com)

**Gateway zwischen M-Bus und KNX  
Connecting M-Bus meters to the KNX world**

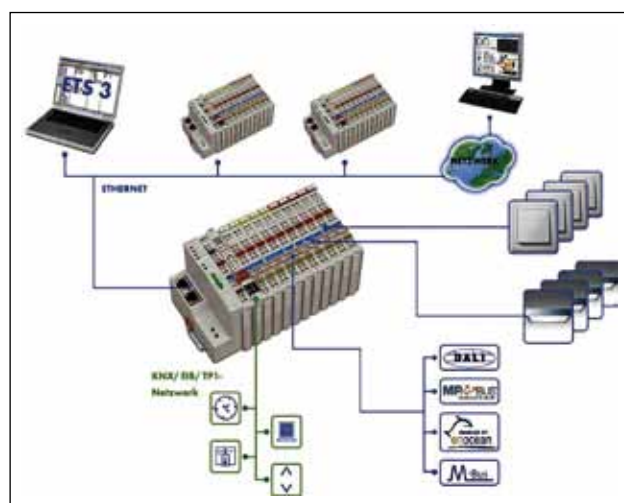


Das EIBGateway-MBus dient zur Kommunikation zwischen KNX TPI und M-Busfähigen Zählern. Dabei übernimmt das Gateway die Rolle des M-Bus Masters, d. h. die Kommunikation wird vom Gateway kontrolliert. Die Datenauslesung kann automatisiert in bestimmten Zeitintervallen erfolgen oder auf

Anforderung durch ein Leitsystem. Es können bis zu 16 Messwerte aus max. acht Zählern verarbeitet werden.

**Kontakt:** [www.bb-steuerungstechnik.de](http://www.bb-steuerungstechnik.de)  
The Gateway will be placed between the M-Bus lines and the two-wire KNX system. The Gateway acts as an M-Bus Master: Up to 16 values from up to 8 Mbus devices are supported. The data readout maybe done cyclically or on an KNX read telegram.

**Contact:** [www.bb-steuerungstechnik.de](http://www.bb-steuerungstechnik.de)



# Energiebedarf bewusst machen

## Smart Metering im Schulbetrieb

### Energy Awareness

#### Smart Metering in the Operation of a School

#### Aufgabe

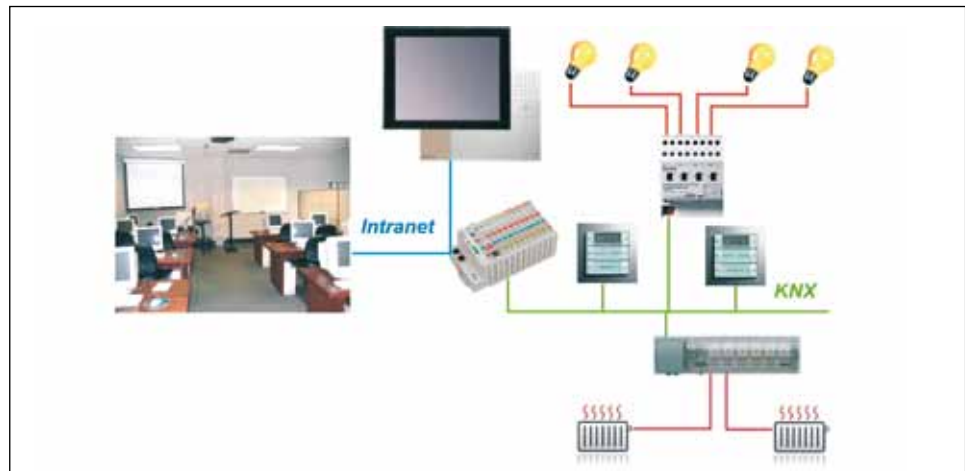
Der bewusste Umgang mit Energie ist Voraussetzung für den Klimaschutz. Das Konzept des Ingenieurbüros Beyer dient dazu, das Energiebewusstsein schon bei Schülerinnen und Schülern zu fördern. Hierzu soll der Energieverbrauch im alltäglichen Schulbetrieb und der damit einhergehende CO<sub>2</sub>-Ausstoß anschaulich gemacht werden. Lehrer sollen die Informationen als Unterrichtsmaterial nutzen können.

#### Lösung

Die KNX Steuerung im Schulgebäude stellt die nötigen Daten zur Verfügung. In zwei Klassenräumen werden jeweils die Energieverbräuche für Beleuchtung und Heizung gemessen und dokumentiert. Diese Werte einschließlich der CO<sub>2</sub>-Emission und Energiekosten werden über eine Visualisierung dargestellt. Motivierend ist, dass dabei zwei Klassen mit ihren Bemühungen um Energieeinsparungen in Wettbewerb treten können.

#### Realisierung

Den Stromverbrauch der Beleuchtung erfassen KNX Aktoren mit Stromsensoren. Bei der Heizung werden die prozentualen Ventilöffnungen zur Berechnung des Energieverbrauchs herangezogen. Mit diesen Werten kann der Energieverbrauch ebenso errechnet werden wie auch die CO<sub>2</sub>-Emission auf Basis aktueller Umrechnungsfaktoren (GEMIS-Datenbank, Öko-Institut e.V.). Die Energiewerte beliebiger Verbraucher lassen sich über eine Lernsteckdose ermitteln. Ein Touch-Screen dient der Eingabe manueller Tests und der optischen Darstellung der Ergebnisse.



#### Funktionen

Mit dem Visualisierungssystem im Hintergrund lassen sich die Funktionen der Beleuchtung und Heizung im Klassenzimmer simulieren. Die Ergebnisse zeigen sich auf dem Touch-Screen. An die installierte Lernsteckdose können Elektrogeräte angeschlossen werden. Zusätzlich kann durch die Eingabe von Zeit und Nutzungszahl u. a. die jährliche CO<sub>2</sub>-Emission angezeigt werden.

#### Vorteile

Der frühe bewusste Umgang mit dem Energieverbrauch dient dem gesellschaftlichen Bewusstseinswandel für den Klimaschutz. Durch KNX ist hierzu eine Basis geschaffen. Das Ingenieurbüro Beyer berät interessierte Schulbetreiber und optimiert das Konzept für die Anwendung.

**Kontakt:** [info@ing-beyer.de](mailto:info@ing-beyer.de)

#### Task

A conscious approach to energy use is a prerequisite to protect the earth's climate. The concept of the engineering firm Beyer encourages energy

awareness for students. For this the energy consumption and therefore the CO<sub>2</sub> emission of the daily school operation is clearly demonstrated. The teacher will be able to use this information as teaching material.

#### The Solution

The KNX controls system in the school building provided the necessary data. The energy consumption for the lighting and the heating system are measured and recorded in two classrooms. This data including the CO<sub>2</sub> emission and the energy costs are displayed through a visualization system. A motivating aspect is the fact that two different classrooms can compete in their efforts to reduce energy consumption.

#### Implementation

The energy consumption of the lighting system is recorded by power sensors of the KNX actuators. The degree of heating valves opening is used to calculate the energy consumption of the heating system. This value is the basis for calculating the energy consumption and the CO<sub>2</sub> emissions based on the current

conversion factors (GEMIS data base, Öko-Institute e.V.). In addition, the energy data of arbitrary loads can be determined with a special educational power outlet. A touch screen is used to input manual tests and for the visualization of the results.

#### Features

The visualization system in the background can simulate functions of the lighting and heating system in the classroom. The results are shown on the touch screen. Users can plug available electrical devices into the educational power outlet and enter run time estimates to calculate the annual CO<sub>2</sub> emissions.

#### Advantages

Promoting early energy awareness for youth serves to promote the social shift in awareness and to protect the earth's climate. KNX provides a basis for this task. The engineering firm Beyer offers to advise interested schools and optimizes the concept for individual applications.

**Contact:** [info@ing-beyer.de](mailto:info@ing-beyer.de)



The worldwide **STANDARD** for home and building control  
 Der weltweite **STANDARD** für Haus- und Gebäudesystemtechnik

KNX Mitglieder / KNX Members

|   |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |  |   |  |   |
|---|--|---|---|--|---|---|---|---|---|---|--|---|--|---|
|    |   |    |    |     |     |    |    |    |   |   |  |   |  |   |
|    |   |    |    |     |      |     |    |    |   |   |  |   |  |   |
|    |   |    |    |     |     |    |    |    |   |   |  |   |  |   |
|    |   |    |    |     |     |    |    |   |   |   |  |   |  |   |
|    |   |    |    |     |      |     |    |    |   |   |  |   |  |   |
|    |   |    |    |     |      |     |    |    |   |   |  |   |  |   |
|    | <p><b>Energieeinsparung: Energy savings:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 40 % mit der KNX Beschattungssteuerung</li> <li>• bis zu 50 % mit der KNX Einzelraumregelung</li> <li>• bis zu 60 % mit der KNX Beleuchtungssteuerung</li> <li>• bis zu 60 % mit der KNX Lüftungssteuerung</li> </ul> |   |   |  |   |   |   |    |   |   |  |   |  |   |
|    |  |   |   |  |   |   |   |    |   |   |  |   |  |   |
|   |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |  |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |  |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |  |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |  |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |    |  |  |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |   |    |  |  |   |  |  |  |
|  |  |   |   |  |   |   |   |    |  |  |   |  |  |  |
|  |   |  |  |   |    |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|  |   |  |  |  |  |  |   |   |   |   |  |   |  |   |
|  |   |  |  |  |  |  |   |   |   |   |  |   |  |   |
|  |   |  |  |   |    |   |  |   |   |   |  |   |  |   |
|  |   |  |  |   |   |  |  |   |   |   |  |   |  |   |
|  |  |   |   |  |   |   |  |   |   |   |  |   |  |   |