

Retrofit an komplexen Gebäuden

Das neue Leitsystem der HTW Chur

An der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Chur¹⁾ wurde im Jahr 2006 in einer Projektarbeit ein erweitertes Leitsystem für die Steuerung von Licht und Lüftung sowie für die Türüberwachung realisiert. Damit wird das Gebäude- und Energiemanagement der Hochschule vereinfacht bzw. optimiert. Mit dieser Anwendung konnte gezeigt werden, dass ein Leitsystem in einem bestehenden, komplexen Gebäude nachgerüstet werden kann, ohne dass die vorhandene Elektroinstallation und die Informatikinfrastruktur ersetzt werden müssen. Da die Kontrolle des Gebäudes über eine gesicherte Internetverbindung erfolgt, konnten zudem erhebliche Personalressourcen eingespart werden. Die Projektarbeit erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit, die mit dem Anerkennungspreis von Electrosuisse ausgezeichnet wurde. Das Leitsystem wird kontinuierlich ausgebaut.

Die Planung und die Realisierung kompletter Leitsysteme stellt bei Neubauten kein technisches Grundsatzproblem dar. Erheblich schwieriger wird die Aufgabe, in ein bereits bestehendes Gebäude ein Leitsystem zu integrieren; dies bezeichnet man als Retrofit. Retrofit gewinnt heute mehr

*Corsin Alig, Martin Zogg,
Bruno Bachmann*

und mehr an Bedeutung, da der technische Fortschritt von Leitsystemen immer schneller vorstatten geht und somit die Erneuerungszyklen weit unter der Lebensdauer von Gebäuden liegen.

Dies hat auch die Normung erkannt und unterscheidet heute zwischen der Lebensdauer von Primärtechnik (Geräte wie Schalter, Wandler, Trafos mit Lebensdauern von etwa 25 Jahren), Leittechnik (Steuern, Re-

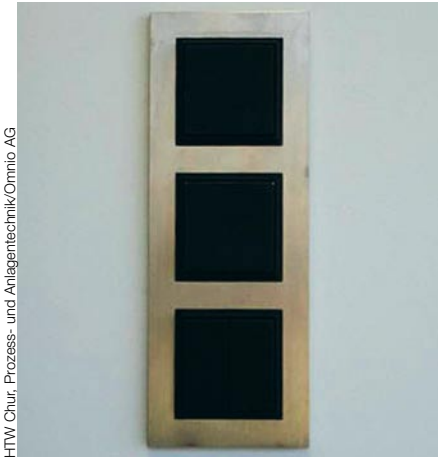
geln, Schützen mit Funktionsgarantien von 10 bis 12 Jahren) und Gebäuden («Civil Engineering» mit Lebensdauern von rund 40 Jahren).

Bei Retrofitprojekten geht es also darum, vorhandene Systeme zu erneuern oder zu erweitern, ohne die vorhandene Infrastruktur mit ihren Steuerungen und Regelungen stillzulegen. Darüber hinaus ist es sinnvoll und bezüglich der Kosten vernünftig, auf Standardkomponenten im Markt zugreifen zu können. Ein wesentlicher Beitrag zum Gelingen trägt ein sauber geschriebenes, komplettes Pflichtenheft, wobei vor allem den Schnittstellen «alt»/«neu» besonderes Augenmerk geschenkt werden muss.

Die Hardware des Leitsystems der HTW Chur

Einbau in bestehende Infrastruktur

Mit der Diplomarbeit «Leitsystem HTW Chur, Retrofit an komplexen Gebäuden» sollte gezeigt werden, wie in einem bestehenden komplexen Gebäude mit vorhandener Informatikinfrastruktur ein Leitsystem nachgerüstet werden kann, ohne die bestehende Infrastruktur komplett zu ersetzen. Die Hardwarekomponenten für die Realisierung des Leitsystems wurden parallel zur vorhandenen Elektroinstallation eingebaut, wodurch die Kosten für die Realisierung des Leitsystems tief gehalten werden konnten. Zudem musste die Spannungsversorgung für den Einbau der spei-



HTW Chur, Prozess- und Anlagentechnik/Omnio AG

Bild 2 EnOcean-Funktaster der Firma Omnio AG.

cherprogrammierbaren Steuerung (SPS²⁾) nur kurz abgeschaltet werden – und dies nur partiell. Der Betrieb des Gebäudes konnte daher weitgehend aufrechterhalten werden. Während der Durchführung des Projekts wurde zusätzlich ein Wintergarten an die Mensa der HTW Chur angebaut. Auch dieser Gebäudeteil wurde in das neue Leitsystemkonzept integriert.

Einsatz von Funktechnologie

Um gewisse Funktionen des Leitsystems realisieren zu können, benötigt man Daten, wie beispielsweise Temperatur und aktuelle Aussenbeleuchtungsstärke, die über Sensoren erfasst und der SPS zugeführt werden müssen. Dies bedeutet in den meisten Fällen das Verlegen von Leitungen, was mit erheblichen Kosten verbunden ist, besonders dann, wenn sich die Sensoren – wie im Falle der HTW Chur – weit von den Empfängern entfernt befinden. An der HTW Chur sind die Sensoren zudem so platziert, dass die Leitungen sichtbar verlegt werden müssten. In einem öffentlichen Gebäude, bei dem auf Ästhetik grosser Wert gelegt wird, musste dies vermieden werden. Zu diesem Zweck wurde modernste EnOcean³⁾-Funktechnologie der Firma Omnio³⁾ verwendet, was ein Verkabeln der Sensoren überflüssig machte. Die Fühler und Taster können mit starkem, doppelseitigem Klebeband einfach an der Wand montiert werden (Bild 2 und 3). Dies bringt ein grosses Mass an Flexibilität.



HTW Chur, Prozess- und Anlagentechnik

Bild 1 Ansicht des Gebäudes der HTW Chur.

HTW Chur, Prozess- und Anlagentechnik/Omnio AG



Bild 3 EnOcean-Fensterkontakt mit Solarzelle der Firma Omnio AG.

Die eingesetzten Sensoren verfügen über eine kleine Solarzelle (Bild 3), welche die Energie liefert, um Telegramme vom Sender zur SPS übermitteln zu können. Eine einzelne Übermittlung dauert 1 μ s und benötigt eine Energie von 50 μ Ws. Das Signal wird auf einem lizenzfreien Frequenzband von 868,3 MHz übertragen, welches nur für Datenübertragungen kurzer Dauer freigegeben ist.

Neben der Flexibilität bei der Platzierung von Sensoren bietet die Verwendung der Funktechnologie von EnOcean weitere Vorteile:

- Übertragungreichweiten von bis zu 300 m bei direkter Sicht
- Systeme können leicht mit Sensoren erweitert werden
- Eine grosse Anzahl von Sendern kann in der direkten Umgebung eines bereits bestehenden Senders installiert und betrieben werden
- Dynamisches Datentelegramm für individuelle Anwendung
- Wartungsfreiheit

Die verwendete Software

Die Entwicklungsumgebung

Die Programmierung der Steuerungen (Wago⁴⁾) wird mit der mitgelieferten Software CoDeSys⁵⁾ durchgeführt. CoDeSys ist eine Entwicklungsumgebung für SPS nach dem Standard IEC 61131-3 für Applikationen in der Industrieautomation. In der lizenzfreien Entwicklungsumgebung CoDeSys stehen 6 Programmiersprachen zur Auswahl:

- AWL (Anweisungsliste)
- KOP (Kontaktplan)
- FUP (Funktionsplan)
- AS (Ablaufsprache)
- ST (Strukturierter Text)
- CFC (Continuous Function Chart)

Kommunikation zwischen den Steuerungen

Die Steuerungen wurden an das vorhandene Informatiknetzwerk angeschlossen. Somit musste kein eigener Bus zusätzlich eingezogen werden. Die Kommuni-

kation unter den Controllern baut auf dem Modbus-TCP-Protokoll auf, welches auf der Master/Slave- bzw. Client/Server-Architektur basiert. Mittels Modbus können ein Master – beispielsweise ein PC – und mehrere Clients – beispielsweise Messsysteme – verbunden werden. Jede der Steuerungen muss eine definierte IP-Adresse besitzen (Bild 4).

Die Kommunikation der Steuerungen untereinander erfolgt über die Netzwerkvariablen. An der HTW Chur werden Aussen-temperatur und Beleuchtungsstärke mit EnOcean-Technologie gemessen und an die Wago-EnOcean-Klemmen übermittelt. Via Netzwerkvariable werden diese Informationen an alle Controller weitergeleitet. Mit diesen Informationen lassen sich die Aussenbeleuchtung, die Markisen usw. automatisch steuern.

Die Visualisierung

Für die Bedienung des Leitsystems wird die Software CoDeSys-HMI eingesetzt, ein Laufzeitsystem zur Ausführung von Visualisierungen, die mit der CoDeSys-Entwicklungsumgebung erstellt wurden. Die Visualisierungen werden im Vollbildmodus dargestellt, und der Benutzer kann das ganze Haus per Mausclick und Tastatur überwachen und bedienen (Bild 5).

Die Visualisierungen sind somit nicht auf dem Controller gespeichert, sondern auf einem zentralen PC bzw. einem zentralen Server. Es werden daher nur die erforderlichen Daten und nicht die ganze Visualisierung übertragen, was die Netzwerkbelas-

fachbeiträge

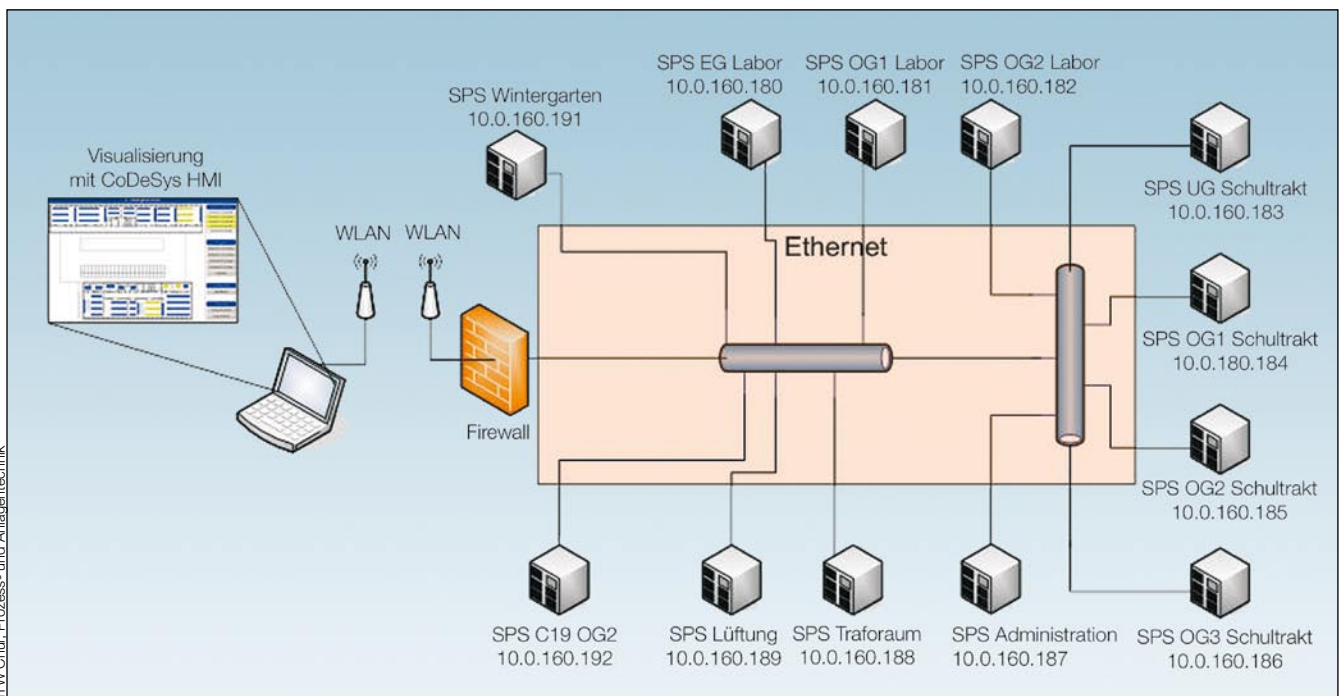


Bild 4 Aufbau Hardwarestruktur Leitsystem.

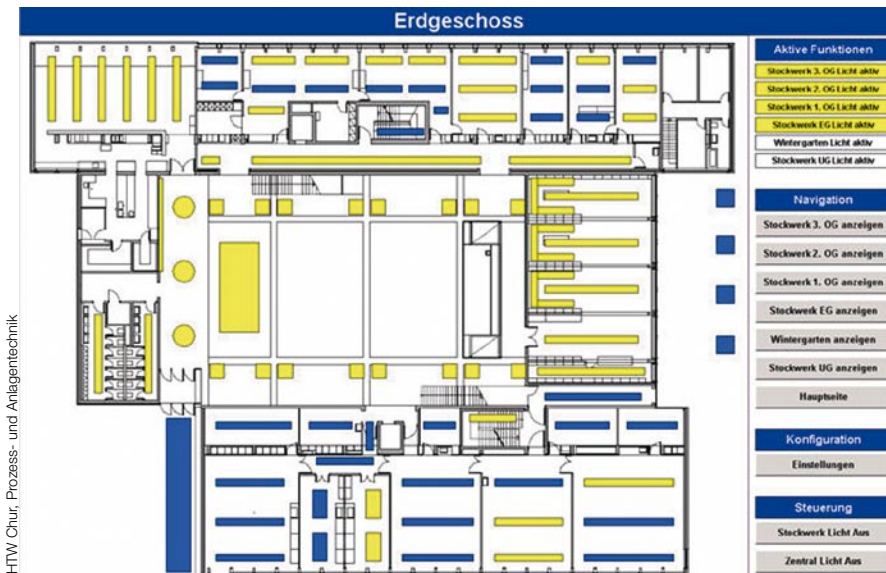


Bild 5 Bildschirmansicht Lichtsteuerung Erdgeschoss HTW Chur.

tung deutlich reduziert. Die Daten für die Visualisierungen werden auf einem Industrie-PC (IPC von Wago) gesammelt und an den Server übermittelt. Durch die zentrale Speicherung der Daten auf dem Industrie-PC ist der Zugriff auf die Informationen einfacher, und es besteht zudem die Möglichkeit, grössere Visualisierungen – wie beispielsweise Temperaturofzeichnungen – über mehrere Tage zu realisieren.

Die Umsetzung der geforderten Funktionen

Anhand der gestellten Anforderungen an die Bedienung des Gebäudes wurden eigene Funktionsbausteine programmiert, die für die Realisierung des kompletten Leitsystemprogramms Verwendung finden. Die erstellten SPS-Bausteine (Lichtsteuerung mit Sicherheitsfunktionen, 4-Kanal-Zeitschaltuhr, Minuterie, Lüftungssteuerung und EnOcean-Kommunikation sowie Auswertung) beinhalten eine genaue Beschreibung der Ein- und Ausgänge sowie der Funktion dieser Bausteine. Dies vereinfacht einerseits die Fehlersuche und ermöglicht andererseits spätere Erweiterungen des Leitsystems.

Lichtsteuerung mit Sicherheitsfunktion

Bei einem Löschbefehl (welcher individuell gesetzt werden kann – im Normalfall kurz nach 22.00 Uhr) wird die Beleuchtung der Zimmer komplett ausgeschaltet. Nach einigen Sekunden wird die Lichtquelle in der Nähe des Lichtschalters für eine Minute wieder automatisch aktiviert. Somit hat der Zimmerbenutzer die Möglichkeit, das Licht im ganzen Raum wieder einzuschalten. Dadurch wird der Sicherheit Rechnung getragen. Beim nächsten Löschimpuls, der

ebenfalls individuell gesetzt werden kann, beginnt dieser Vorgang von vorne. Die Zimmerbenutzer sind über dieses Verfahren informiert.

4-Kanal-Zeitschaltuhr

Die Schaltuhr dient dazu, 4 unabhängige Kanäle mit verschiedenen Zeitfunktionen anzusteuern. Die Zeitfunktionen haben unterschiedliche Prioritäten. Manuelles Schalten (höchste Priorität), Partyfunktion, Feiertagsprogramm, Jahreszeitschaltprogramm und Wochenzeitschaltprogramm (tiefste Priorität). Es stehen 5 Jahres- und 12 Wochenzeitschaltprogramme zur Verfügung.

Minuterie

Da die Minuterien im Gebäude auch mit dem Leitsystem realisiert werden, musste dafür ein Funktionsblock erstellt werden. Der Benutzer hat die Möglichkeit, die Einschaltzeit der Minuterie in der Visualisierung zu definieren.

Lüftungssteuerungen

In der HTW Chur wurden die Lüftungen für Aula, WC, Küche, Kantine und Fassaden auf dem Leitsystem implementiert. In zwei Zimmern werden Raum- und Luftkanaltemperatur mit EnOcean-Sensoren gemessen. Dadurch kann die Zimmertemperatur mit der Fassadenlüftung geregelt werden. Der Benutzer hat die Möglichkeit, die Temperaturen in diesen zwei Zimmern aufzuzeichnen. Die Heizung wurde im Rahmen der Diplomarbeit nicht an das Leitsystem angeschlossen.

Eingesetzte Sensoren

Für folgende Sensoren wurde die Auswertung und Überwachung programmiert:

- Aussenbeleuchtung: 300 bis 30000 Lux
- Aussentemperatur: –20 bis +60 °C
- Temperatur Lüftungskanal für Schulzimmer: +10 bis +90 °C
- Raumtemperatur: 0 bis +40 °C
- Temperaturstellrad für Schulzimmer: +5 bis +35 °C

Bei einem Sensor auftretende Fehler werden ausgewertet und können weitergeleitet werden.

Erfahrungen aus Montage und Inbetriebsetzung

Die vorhandene Elektroinfrastruktur sollte sternförmig im Stockwerk verlegt sein, damit die Energiezufuhr zentral geschaltet werden kann. Darüber hinaus sollte in den Unterverteilungen genügend Platz vorhanden sein, damit die neuen Module des Leitsystems übersichtlich montiert werden können (Bild 6).

Voraussetzung für eine Montage ohne Beeinträchtigung des laufenden Hochschulbetriebs ist eine gute Zusammenarbeit zwischen den ausführenden Elektroinstallateuren und der Projektgruppe, die für das erweiterte Leitsystem verantwortlich zeichnet. Eine sternförmige Verlegung der Elektroinstallation pro Stockwerk erleichtert zudem die Einrichtung des Leitsystems.

Die Inbetriebsetzung erfolgte über die sogenannte Down-Top-Methode. Dazu werden zunächst an einer Versuchssteuerung Hardware und Software in Betrieb genommen und ausgetestet. Dabei werden die Funktionen (Licht- und Lüftungssteuerung, Türüberwachung) parametrisiert.

Anschliessend wird die Versuchssteuerung zum kompletten Leitsystem im komplexen Gebäude erweitert. Das komplette

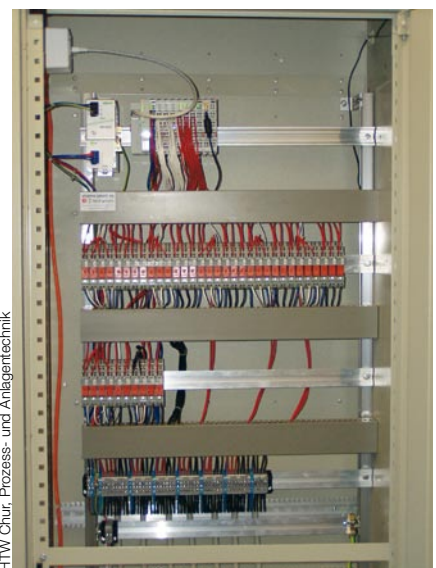


Bild 6 SPS-Hardwareeinbau in vorhandene Infrastruktur.

Leitsystem der HTW Chur umfasste bei Abschluss der Diplomarbeit 13 SPS, die in verschiedenen Gebäuden montiert sind und die komplette Hardware des Leitsystems bilden. Mit der Inbetriebnahme und der Parametrisierung der einzelnen Funktionen wird schliesslich das neue Leitsystem fertiggestellt.

Inbetriebsetzung

Konfiguration des Knotens

Nach dem Einbau und der Verdrahtung der Steuerung musste als Erstes die SPS mit dem speziellen SPS-Kabel vom Laptop aus konfiguriert werden. Mithilfe der «Wago Ethernet Settings» wurden die folgenden Einstellungen am Controller vorgenommen:

- TCP/IP⁶⁾ Configuration
- Port Configuration
- SNMP⁷⁾ Configuration
- Watchdogs
- Security
- Ethernet Configuration
- PLC⁸⁾ Configuration
- Features

Nach diesen Eingaben ist jeder Knoten über das Netzwerk ansprechbar, und es besteht die Möglichkeit, die Konfiguration auch über das Ethernet anzupassen.

Mit dem Wago-I/O-Check wurde nach Einbau und Konfiguration der Steuerung die Funktionalität der Hardware geprüft. Über die SPS-Kabel wurde die Hardwarekonfiguration der jeweiligen Knoten ausgelesen. Damit ist der genaue Hardwareaufbau jeder SPS bekannt – zum Beispiel, wie viele Eingänge und Ausgänge vorhanden sind und welche Adresse die SPS besitzen. Bei der Inbetriebnahme wurde jeder Ausgang manuell über den Laptop angesteuert. Dadurch wurde geprüft, ob sich auch jeder Ausgang ansteuern lässt.

Inbetriebnahme der Ein- und Ausgänge

Bei jedem Schalten eines Ausgangs wechselt im Gebäude ein Schrittschalter seinen Zustand und liefert diesen über ein Koppelrelais an die SPS. Jedem Ausgang musste daher der entsprechende Schrittschalter zugeordnet werden.

Auf dem Gebäudeplan wurde jede Lampengruppe mit den dazugehörigen Ein- und Ausgängen eingezeichnet, damit bei der Erstellung der Visualisierung einfach ersichtlich war, welche Lampengruppe mit welchen Ein- und Ausgängen korrespondiert.

Den Ein- und Ausgängen wurden Variablen zugewiesen, die so gewählt wurden, dass erkennbar war, ob es sich um einen Eingang oder um einen Ausgang handelt: «i» im Präfix der Variablen steht für Input und «o» für Output. Weiter ist aus den ge-

wählten Variablen ersichtlich, welcher Lampenstrang in welchem Raum damit verbunden ist. Ebenfalls musste ermittelt und dokumentiert werden, welcher Ausgang welchen Schrittschalter bzw. welche Lampengruppe ansteuert. Mit den Eingängen wurde gleich verfahren. Es musste auch hier abgeklärt werden, welcher Eingang welchen Status welches Schrittschalters anzeigt.

Erste Erfahrungen

Die ersten operativen Erfahrungen mit dem Leitsystem sind durchwegs positiv. Wichtig ist, dass der Hochschulbetrieb durch das Leitsystem nicht gestört wird. Zudem können heute die implementierten Funktionen von einer Person bequem gesteuert werden, ohne dass sich diese Person im Gebäude aufhalten muss. Die angestrebte Kostenersparnis scheint sich zu bestätigen: So lässt sich beispielsweise das Gebäude in der Nacht automatisch dunkel schalten. Schliesslich liegt die Ausfallquote des Systems deutlich unter den Vorgaben: Nach einem Jahr im Betrieb wurde noch kein Ausfall registriert.

Ausblick

Mit dem modifizierten Leitsystem sind signifikante Energieeinsparungen im Gebäude möglich.

Da das System modular aufgebaut und nach oben offen ist, können kontinuierlich weitere Gebäudefunktionen integriert werden – eine Erweiterung auf Regelfunktionen ist vorgesehen.

Angaben zu den Autoren

Dipl. Ing. FH **Corsin Alig** ist bei der Hamilton Bonaduz AG in Bonaduz beschäftigt. Er hat an der HTW Chur das FH-Studium der Elektrotechnik 2006 abgeschlossen. Die Elektronikerlehre absolvierte er bei der Firma Hamilton Bonaduz AG, Bonaduz. Die in diesem Beitrag beschriebene Arbeit entstand im Rahmen seiner Projekt- und Diplomarbeit.

corsin.alig@hispeed.ch,
www.facility-engineering.ch

Dipl. Ing. FH **Martin Zogg** ist bei der Hamilton Bonaduz AG in Bonaduz beschäftigt. Er hat an der HTW Chur das FH-Studium der Elektrotechnik 2006 abgeschlossen. Die Lehre zum Maschinenmechaniker absolvierte er bei der Firma Trumpf in Grüşch. Die in diesem Beitrag beschriebene Arbeit entstand im Rahmen seiner Projekt- und Diplomarbeit.

martin.zogg@hispeed.ch,
www.facility-engineering.ch

Prof. Dr. **Bruno Bachmann** ist Studienleiter für Prozess- und Anlagentechnik (Elektro-, Maschinen-, Wirtschaftsingenieure) an der HTW Chur. Als Fachdozent unterrichtet er energietechnische und unternehmerische Fächer (Normung, Management-Systeme). Daneben ist er Inhaber des Ingenieurbüros Visio Bachmann Engineering in Oberhasli, welches auf die technische Beratung von KMUs spezialisiert ist. Er war langjähriges Vorstandsmitglied des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) und ist heute Revisor und Fellow von Electrosuisse.

bruno.bachmann@fh-htwchur.ch,
www.fh-htwchur.ch, www.visiobachmann.ch

¹⁾ www.fh-htwchur.ch

²⁾ Speicherprogrammierbare Steuerung, SPS: engl. Programmable Logic Controller, PLC.

³⁾ EnOcean entwickelt und vermarktet eine Technologie, die eine Funkübertragung ohne Batterien oder externe Stromzufuhr im Sender ermöglicht; www.enocean.de. Für den Vertrieb Schweiz ist die Firma Omnio AG verantwortlich; www.omnio.ch.

⁴⁾ Wago Contact SA, 1564 Domdidier, www.wago.com.

⁵⁾ CoDeSys: Akronym für Controller Development System.

⁶⁾ TCP/IP: Transmission Control Protocol (TCP) und Internet Protocol (IP).

⁷⁾ SNMP: Simple Network Management Protocol

⁸⁾ PLC: Power Line Communication.

Résumé

Retrofit dans des bâtiments complexes

Le nouveau système de commande de la HTW Chur. En 2006, dans le cadre d'un travail pour un projet, la Haute Ecole pour la technique et l'économie de Coire HTW Chur a réalisé un système étendu pour la commande de la lumière et de l'aération ainsi que pour la surveillance des portes. La gestion des bâtiments et de l'énergie de la haute école est ainsi simplifiée et optimisée. L'application a permis de mettre en évidence qu'un système de commande pouvait être installé dans un bâtiment complexe existant sans devoir remplacer l'installation électrique ni l'infrastructure informatique disponibles. Comme le bâtiment est contrôlé via une connexion internet sécurisée, ce dispositif a permis de faire l'impasse sur des ressources personnelles considérables. Ce projet a été réalisé dans le cadre d'un travail de fin d'études distingué du Prix de reconnaissance d'Electrosuisse. Le système de commande est étendu en permanence.