Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 94 (2003)
Heft: 11

Artikel: Der Einsatz von Ethernet in der (Gebäude-)Automation
Autor: Scheitlin, Hans / Staub, Richard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857561

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Einsatz von Ethernet in der (Gebäude-) Automation

Theorie und Praxis

Das in der Bürokommunikation und immer mehr auch im Bereich der Wide Area Networks weltweit führende Kommunikationssystem Ethernet breitet sich unter der Bezeichnung «Industrial Ethernet» auch in der Prozess- und Maschinenautomation aus. Aber auch die Gebäudeautomation entdeckt zunehmend die Vorteile von Ethernet und setzt es immer öfter auch im feldnahen Bereich ein, nachdem die Kommunikation mit den Managementstationen – beispielsweise jene für die Datenanalyse – schon seit Jahren auf Ethernet läuft. Dieser Beitrag liefert einerseits Grundlageninformationen zu Ethernet in der Automation und zeigt andererseits am Beispiel eines kürzlich erstellten Bürogebäudes die Einsatzmöglichkeiten von Ethernet für die Automation der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen auf.

Ethernet ist weltweit das Netzwerk schlechthin und in sehr grosser Stückzahl verbreitet. Das führt einerseits zu sehr tiefen Preisen bei den Komponenten (zumindest im IT-Sektor) und andererseits zu einer grossen Softwareunterstützung. Mit Ethernet – und man muss zugleich

Hans Scheitlin, Richard Staub

auch das Kommunikationsprotokoll TCP/IP nennen – erschliesst man sich eine voll durchgängige Kommunikation, vom «World-Wide-Web» bis hinunter zur letzten angeschlossenen Komponente. Die leidige und meist sehr teure Gateway-Problematik zwischen den verschiedenen Ebenen der Automation gehört damit der Vergangenheit an bzw. wird massiv entschärft. Übergänge auf Auswertstationen, Datenbanken, Excel usw. sind praktisch als «Abfallprodukt» mit enthalten.

Theoretische Betrachtungen

Bezüglich Tempo schwingt Ethernet mit derzeit 100Mbit/s bei den Kommunikationssystemen oben aus und ein Ende der Übertragungsgeschwindigkeit ist nicht abzusehen: das Gigabit-Netz wird bereits vermarktet und das 10Gigabit-Netz ist in Entwicklung. Das hohe Tempo allein besagt allerdings noch nicht sehr viel, denn das Verhältnis von Nutzdaten zu Steuerdaten – die so genannte Effizienz – muss auch berücksichtigt werden. Bei Ethernet (mit TCP/IP) liegt sie allerdings weit unter jener herkömmlicher Feldbusse wie CAN[1)], Profibus[2)], EIB[3)] usw. Diese dürfen vergleichsweise – bei gleicher Leistung – gut 30- bis 50-mal langsamer sein.

Ethernet

Gewöhnlich verwendet man die Ausdrücke Ethernet und TCP/IP in einem Atemzug. Dies erweckt den Anschein, als ob diese untrennbar miteinander verbunden seien. In Tat und Wahrheit sind es aber drei relativ eigenständige Begriffe, und man tut gut daran, sie sorgfältig auseinander zu halten.

Ethernet ist eine relativ alte Definition für eine serielle Datenschnittstelle. Die ursprüngliche Spezifikation wurde von der Firma Xerox bereits 1975 herausgegeben. Der serielle Bitstrom wird differenziell und in Manchestercodierung[4)] über ein Koaxialkabel bzw. bei kürzeren Distanzen mittels paarweise verdrillten Leitungen übermittelt. Informationstechnisch sind es einzelne Datenpakete, die als eigenständige Einheiten übertragen werden (Bild 1).

Ein Datenpaket wird vom Sender einfach auf die Leitung gelegt – und dann vergessen. Ähnlich «unintelligent» gehen die Empfänger mit den erhaltenen Paketen um. Wird ein Übertragungsfehler festgestellt – beispielsweise mit Hilfe der Checksumme – so wird die Meldung sang- und klanglos weggeworfen. Weder die eigene, übergeordnete Software noch der Absender der Meldung wird über den festgestellten Fehler informiert.

Den Buszugriff regelt Ethernet nach dem CSMA/CD-Verfahren. Dieses Kürzel steht für «Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection», was soviel bedeutet, wie «Ich warte ab, bis sich auf dem Bus nichts mehr tut, dann kann ich selbst senden». Da unter Umständen sehr viele Teilnehmer auf eine Sendepause warten, besteht die Gefahr, dass gleichzeitig mehrere Stationen meinen, der Bus sei frei, und mit einer Sendung beginnen. In diesem Fall ergibt sich eine so genannte Kollision, bei der die kollidierenden Datenpakete zerstört werden.

Bild 1 Aufbau eines Ethernet-Paketes

Preamble	7 Bytes	Vorspann; 1 0 1 0 1... zur Synchronisierung der Bitrate
SFD	1 Byte	Startzeichen
DA	6 Bytes	Destination Address. «Gerätenummer» des Empfängers
SA	6 Bytes	Source Address. «Gerätenummer» des Senders
LEN	2 Bytes	Datenlänge (in Bytes)
DATA	46–1500 Bytes	Nutzdaten
PAD	0–46 Bytes	Füllzeichen, falls Datenlänge < 46 Bytes
FCS	4 Bytes	32-Bit CRC Checksumme

(Quelle: Scheitlin)

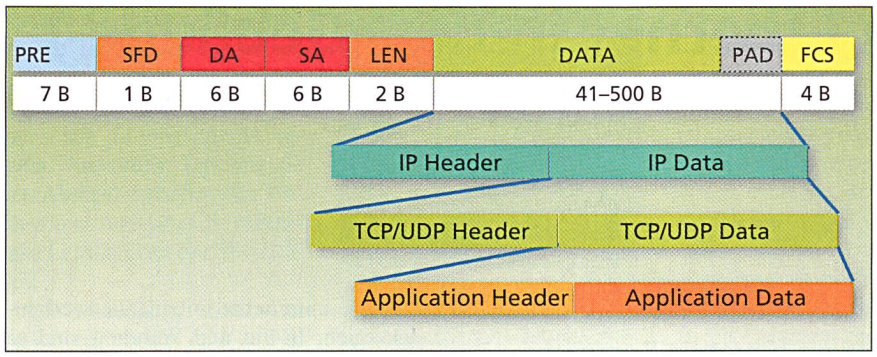

Bild 2 Geschachteltes Protokoll
PRE: Preamble; SFD: Startzeichen; DA: Destination Address; SA: Source Address; LEN: Length; PAD: Padding; FCS: Frame Check Sequence (Quelle: Scheitlin)

Kollisionen werden zwar erkannt und die Sender versuchen, zu unterschiedlichen Zeitpunkten erneut ihre Meldung abzusetzen, aber es wird nicht garantiert, dass beim nächsten Versuch nicht wieder eine Kollision auftritt. Mit Ethernet lässt sich also der genaue Zeitpunkt, zu dem die Daten einen Empfänger erreichen, nicht garantieren. Es lassen sich lediglich statistische Angaben über die mittlere Übertragungszeit festlegen; Ethernet ist nicht deterministisch. Untersuchungen zeigen, dass sich ab rund 60% der theoretisch denkbaren Busauslastung Ethernet fast ausschliesslich mit der Kollisionsbehandlung beschäftigt. Es werden dann kaum mehr Nutzdaten übertragen.

Man muss deshalb die maximale Busbelastung bewusst auf ein tiefes Niveau begrenzen. Man spricht dann vom «predictable Ethernet». Wenn dies noch nicht genügt, vermeidet man Kollisionen mit Hilfe so genannter Switches. Ein Switch ist dabei ein intelligentes Gerät, mit welchem sich das Ethernet in voneinander weitgehend unabhängige Teilsegmente unterteilen lässt. Soll eine Information von einem Segment in ein anderes übermittelt werden, so schaltet der Switch automatisch die entsprechende Verbindung. Die anderen Segmente sind von diesem Datentransfer nicht betroffen und können parallel betrieben werden. Durch Switches lässt sich die Kollisions-Wahrscheinlichkeit drastisch senken und – im Extremfall des vollständig «geswitchten» Netzes – sogar gänzlich eliminieren.

Das IP-Protokoll

IP steht für «Internet Protocol». Damit ist der lokale Busverkehr gegebenenfalls via Internet rund um die Welt beobachtbar. Genau das ist natürlich eine der Hauptmotivationen, weshalb dieser «Bürobus» überhaupt für die Automatisierungstechnik eingesetzt wird. Zusätzlich zur physikalischen Ethernet-Adresse kommt somit eine neue – die so genannte Internet-Adresse. Sie ist beim jetzigen Standard IPv4[5] 4 Bytes lang. Aufgaben des Internet Protokolls sind:

- die Paketvermittlung vom Sender zum Empfänger;
- das Adressmanagement mittels ARP (Address Routing Protocol);
- die Segmentierung der Daten in Paketgrössen passender Länge;
- verschiedene Netzwerk-Kontrollfunktionen.

Es ist zu beachten, dass auch das IP sich nicht um eine Fehlerbehandlung bemüht. Es werden weder fehlende Pakete erkannt noch deren korrekte Reihenfolge überprüft, und selbst doppelt vorhandene Elemente (z.B. über zwei verschiedene Kanäle geliefert) sind möglich.

Das TCP-Protokoll

TCP steht für «Transmission Control Protocol». Die bisher erläuterten Schichten stellen erst eine «unzuverlässige» Verbindung her. Pakete könnten verloren gehen, sie könnten gestört oder in vertauschter Reihenfolge ankommen, und selbst ein mehrfaches Auftreten desselben Paketes ist denkbar. Es ist Aufgabe des TCP, eine sichere, vollständige und korrekte Datenabfolge zu garantieren. Letztlich betrachtet aber auch TCP die empfangenen Daten lediglich als Datenstrom, den es ohne Interpretation an die Anwendung weitergibt.

Die wichtigsten Eigenschaften von TCP sind:

- Es wird eine zuverlässige Übertragung (vollständig, korrekt und sequenzgerecht) erstellt.
- Die Verbindung ist für den Anwender transparent und «gleichzeitig» in beide Richtungen aktiv.
- Es sind zur selben Zeit sehr viele, parallel laufende Verbindungen möglich.
- Die Übertragung ist verbindungsorientiert, das heisst, die Verbindung muss zuerst aufgebaut und am Schluss wieder abgebaut werden.
- TCP überwacht die Verbindung. Fehlerhafte Pakete werden solange wiederholt, bis sie korrekt angekommen sind. Störungen werden der Anwendung gemeldet.
- TCP übergibt der Anwendung nicht nur einzelne Pakete, sondern den vollständigen Datensatz.

Zusammenfassung der Transportdienste

Die bisher erläuterten Mechanismen zeigen, wie Anwendungsdaten übers Netz transportiert werden. Ähnlich der russischen Puppe, bei der jede eine kleinere in sich trägt, transportiert Ethernet in seinem Datenpaket die IP-Daten. Darin wiederum befinden sich die TCP-Daten. Man spricht daher von geschachtelten

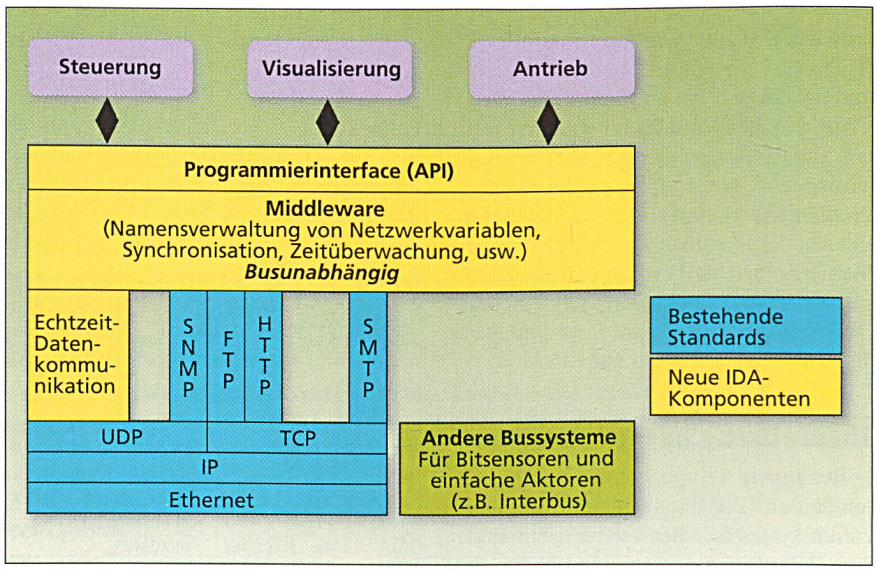

Bild 3 OSI-Modell des IDA-Konzeptes (Quelle: Scheitlin)

Protokollen (Bild 2). Es ist bereits aus dieser Darstellung ersichtlich, dass der Verwaltungsaufwand zur Bewältigung dieses Protokoll-Stack recht umfangreich ist. Man benötigt also recht leistungsfähige Prozessoren, um diese Arbeit in kurzer Zeit zu erledigen.

Allerdings ist man mit diesen Transportschichten immer noch nicht am Ziel. Kenner des OSI-Referenzmodells[6] werden feststellen, dass die Datenpräsentationsschicht und insbesondere die Anwendungsschicht noch nicht besprochen wurden. Bei der Präsentationsschicht geht es darum, unterschiedliche Datenformate anzupassen und allfällige Datenkompressionen oder Verschlüsselungen aufzulösen. Natürlich bietet die herkömmliche Bürokommunikation auch auf der Anwendungsschicht ihre «Dienstleistungen» an. So existieren Mechanismen wie

- Filetransfer, FTP (File Transfer Protocol)
- Elektronische Post, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- «Einheitssprache» für das Internet, HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
- Netzwerkmanagement, SNMP (Simple Network Management Protocol).

Wenn man sich an die Normen der IT-Welt hält, dann stehen diese bewährten Dienste auch in der Automatisierungstechnik zur Verfügung. Was aber fehlt, sind Dienste, die den Datenaustausch zwischen unterschiedlichsten Automatisierungsgeräten standardisieren. Es fehlt also eine «Schicht 7» für die Automatisierungstechnik. In den verschiedenen Branchen sind aus diesem Grund verschiedene Technologien entwickelt worden, welche nun in einem heftigen Marketingkrieg zueinander stehen, z.B. mit dem Konzept IDA (Interface for Distributed Automation) einiger mittelständischer Unternehmungen (Bild 3).

BACnet für die Gebäudeautomation

BACnet – Building Automation and Control Network – wurde vor kurzem als ISO-Standard für die Gebäudeautomation anerkannt. Bei BACnet ist Ethernet lediglich eines von vielen möglichen Transportmedien. BACnet definiert Datenobjekte, die «irgendwie» vom Sender zum Empfänger gelangen müssen. Bei diesem Konzept ist somit die Datenschnittstelle zwischen den einzelnen Teilnehmern sauber definiert. BACnet spezifiziert jedoch nicht, wie genau diese Datenobjekte zu transportieren sind. Dadurch wird das Konzept praktisch frei vom darunterliegenden Transportmedium. Man kann BACnet über verschiedene Bussysteme betreiben.

Im Falle von Ethernet wird BACnet über die Variante der «Untertunnelung» gefahren. Dabei unterstützt das Konzept in einer Variante den direkten Transport über Ethernet, also direkt über die Schicht 2 und ohne das IP bzw. TCP. Dadurch wird die Verbindung natürlich recht schnell; man verliert dafür aber auch das wichtige Feature der Routbarkeit. Ohne Gateway kann diese Lösung somit nicht in die IT-Welt gelangen. Eine weitere Variante – das BACnet/IP – löst zwar dieses Problem, erbt aber die bekannten Vor- und Nachteile der «Untertunnelungsvariante». Der Nachteil der schwerfälligen und nicht echtzeitfähigen Kommunikation spielt in der Gebäudetechnik aber häufig eine untergeordnete Rolle. Hier sind die Prozesse tendenziell eher langsam. So bewegen sich die Zeitkonstanten für Temperatur, Feuchtigkeit, Tageslicht usw. im Sekunden-, Minuten- oder gar Stundenbereich.

Ethernet in der Gebäudeautomation

Aus den obigen Darlegungen ergeben sich für den Einsatz von Ethernet/TCP/IP in der Gebäudeautomation u.a. folgende Konsequenzen:

- leistungsfähiges, gutes Netz durch den Einsatz von Switches;
- qualitativ hochstehende Kommunikationsverkabelung mit Kategorie 5 oder 6[7], Einsatz von Patchverteilern und Anschlussdosen; protokollierte Messungen vor Inbetriebsetzung;
- wenn möglich Einsatz von Komponenten, welche über ein Standardprotokoll wie BACnet Daten austauschen;
- Einsatz von Sicherheitskomponenten (Hardware, Software) gegen unbefugtes Eindringen von aussen.

Die weitere Verbreitung von Ethernet/TCP/IP in der Gebäudeautomation ist klar. So bietet z.B. die Bedienung der Raumautomation durch die Nutzer über webbasierende Fenster auf ihrem Arbeitsplatz-PC einen grösseren Bedienkomfort bei sinkenden Kosten. Die durchgehende Einbindung aller Teilanlagen in eine Managementebene vereinfacht sich, ebenso die Fernwartung.

Im Moment werden in der Gebäudeautomation Controller eingesetzt, welche eine fixe oder modulare Anzahl von physikalischen Datenpunkten für die Kommunikation über Ethernet erfassten. Die angeschlossenen Ein- und Ausgänge kommunizieren über konventionelle analoge Signale oder einfache Subbusse (Bild 4). In der Raumautomation kann man eine solche Einheit als Raumcontroller bezeichnen, welcher sternförmig die Sensoren und Aktoren in einem oder mehreren Raummodulen «bedient». Die

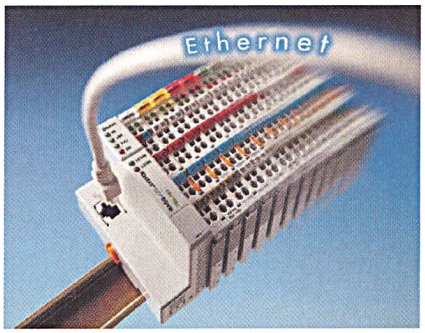

Bild 4 Ethernet-Controller mit angereihten I/O-Klemmen (Quelle: Wago)

Buskommunikation wird also nicht bis in die Sensoren oder Aktoren geführt, wie dies das ursprüngliche Prinzip von LON (Local Operating Network) oder EIB vorsahen. Dieses Konzept führt zu einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis. Oft müssen allerdings, wie in der SPS-Technik, zusätzliche Leistungsrelais eingesetzt werden. Darüber, wie lange es allerdings dauern wird, bis alle Sensoren und Verbraucher über einen Webserver verfügen werden, gehen die Meinungen der Experten sehr auseinander. Die Anzahl der IP-Adressen im kommenden IPv6-Standard würden dies mit 667 Billionen Adressen pro mm^2 allerdings problemlos zulassen.

Praxisbeispiel: Neubau Hotelplan Zürich-Glattbrugg

Im neuen Hauptsitz der Hotelplan-Gruppe in Glattbrugg bei Zürich wurde die gesamte HLKS-Automation[8] mit Ethernet-Kommunikation realisiert. Zudem ermöglicht die eingesetzte webbasierende Management-Software, von jedem PC aus über einen Browser Anlagezustände zu kontrollieren oder zu verändern.

Beim Neubau handelt es sich um ein Dienstleistungsgebäude mit sieben ober- und zwei unterirdischen Geschossen (Bild 5). Das Objekt befindet sich in Opfikon-Glattbrugg bei Zürich und liegt in einer der Abflugschneisen des Flughafen Kloten. Die drei verglasten Gebäudetrakte sind so situiert, dass dazwischen ein mit einem Glasdach überdecktes T-förmiges-Atrium gebildet wird, welches auch Tageslicht in die inneren Zonen eindringen lässt. Die einzelnen Baukörper sind mit Brücken und Passerellen, die durch das Atrium führen, miteinander verbunden. Die nach aussen orientierte Fassade und die Dachverglasung sind als doppelhäutige Glaskonstruktion ausgeführt. Diese soll die Arbeitsplätze vor Fluglärm schützen und als thermischer Puffer für das Innenklima dienen. Vor der

Bild 5 Der neue Hauptsitz der Hotelplan-Gruppe in Zürich Glattbrugg (Quelle: Comsys Bärtsch)

Südfassade steht eine mit Kletterpflanzen bewachsene Stahlstruktur, welche einerseits als natürlicher Sonnenschutz dient und andererseits eine angenehme Innenraumstimmung erzeugen soll.

Mieterin des Gebäudes ist die Hotelplan AG, welche für sich und die Hotelplan-Gruppe[9)] damit einen neuen Hauptsitz erhält. Der Neubau bietet 575 Arbeitsplätze mit etwa 13 000 m² Bürofläche. Der Mieterausbau umfasste die Installation der gesamten Haustechnik (ausser der Heizung) inklusive aller Zentralen und Steigschächte sowie den Einbau von zwei redundanten Rechenzentren. Wegen der Doppelfassade wurden sehr hohe Anforderungen an den baulichen und technischen Brandschutz gestellt: Brandmeldeanlage und Sprinkler-Vollschutz, hohe bauliche Brandschutzanforderungen beim Layout und bei den eingesetzten Materialien.

Bei der Gebäudetechnik wurden klassischerweise Elektro- und HLK-Gewerke auf der Raumebene getrennt geplant und ausgeführt[10)]. Die Beleuchtung wurde zum grossen Teil mit autonom gesteuerten Stehleuchten realisiert; für die restlichen präsenz- und bewegungsabhängig beleuchteten Zonen sowie die Sonnenschutz-Steuerung kam Luxmate als System zum Einsatz.

Büro-Lüftung und Kühldecken mit Zonensteuerung über Ethernet

Die Lüftung der Büros übernehmen drei Anlagen mit einem zweifachen Luftwechsel. Die Minimaltemperatur beträgt 18 °C, die Abluftfeuchte 40%. Umluftklappen werden geöffnet, wenn die Kühlung nicht mehr genügt. Alle Monoblocs verfügen über Wärmerückgewinnung. In der Zonenregelung werden zwei Zustände unterschieden:

- Stand-by-Betrieb bei nicht belegtem Raum. Im Stand-by-Betrieb wird der Raum-Sollwert innerhalb eines Bereiches von +/–3 K gegenüber dem Sollwert des Komfort-Betriebes gehalten. Liegt die Raumtemperatur innerhalb dieses Bandes, wird nicht geheizt oder gekühlt (Nullenergieband). Die Lüftungsanlage ist eingeschaltet.
- Komfort-Betrieb: Der Komfort-Betrieb wird mit dem Zeitprogramm oder über Präsenzmelder freigegeben. Dabei wird der Raum-Sollwert innerhalb eines Bereiches von +/–0,5 K gehalten.

Die Raumheizkörper verfügen über Thermostatventile und sind somit nicht in die Raumautomation eingebunden. Die Leistung der Kühldecken wird mit einer Ansteuerung der Ventile mit Puls-Pausen-Modulation bestimmt (Bild 6). Innerhalb einer langen Periodendauer (10 Min.) werden die Ventile – entsprechend dem Reglerausgang – verschieden lange geöffnet (Pulsdauer) bzw. geschlossen. Anhand der gemessenen Temperatur und der Feuchte pro Zone wird die Taupunkttemperatur berechnet. Steigt der Durchschnittswert aller Zonen in die Nähe der Temperatur des Kühldeckenwassers, wird der Sollwert des Kühlwassers entsprechend angehoben. Bei problematischen Zonen wird das Kühldeckenventil geschlossen. Damit übernimmt die Regelung im Gegensatz zu einer Steuerung mit Taupunktfühlern eine präventive Funktion.

Neben den Büroklimaanlagen sind 14 weitere Lüftungs- und Klimaanlagen in Betrieb. Hinzu kommen noch die Heizungsaufbereitung und -verteilung sowie Sanitäranlagen. Diese umfangreiche Ausrüstung benötigt ein entsprechend leistungsfähiges Gebäudeautomationssystem. In der Ausschreibung setzte sich die Systemintegrationsfirma Comsys Bärtsch mit ihrem auf dezentralen Ethernet-Controllern mit modularen Ein-/Ausgabeklemmen von Wago basierenden Konzept sowie mit einem komplett webbasierten Management-System durch. Dies entsprach dem Wunsch der Hotelplan-Verantwortlichen, dass der Zugriff auf die HLK-Technik von jedem PC aus über einen normalen Browser möglich sein sollte.

Flexibel, leistungsfähig und ausbaubar

Da Ethernet immer leistungsfähiger und günstiger wird und ohne Gateways mit Applikationen im Intranet und Internet verbunden werden kann, wird es immer häufiger für die Kommunikation in Gebäudeautomationssystemen eingesetzt. Lange Zeit war allerdings keine Hardware verfügbar, um gehobene Bedürfnisse (etwa hohe Modularität, Montage auf DIN-35-Schienen, breite Palette an digitalen und analogen Ausgängen,

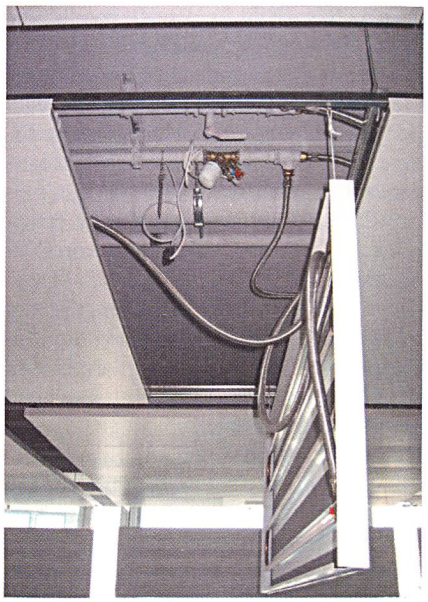

Bild 6 Geöffnete Kühldecke mit Stellventil (Quelle: BUS-House)

kostengünstiger Preis) erfüllen zu können. Seit gut einem Jahr steht aber mit dem modularen I/O-System von Wago mit den nach EN 61131-3 frei programmierbaren Ethernet-Controllern auch die entsprechende Hardware zur Verfügung. Sie werden bei Comsys Bärtsch mit eigener Software ergänzt, welche durch die Programmierung einer grosser Anzahl von Anlagen mit speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) entstanden ist. Die als *Wago Topnet* bezeichneten Controller übernehmen sowohl die Kommunikation mit den anderen Controllern als auch die Kommunikation zu den angeschlossenen Ein-/Ausgängen und bieten zudem genügend Speicherplatz für die Steuerung und Regelung der daran angeschlossenen Anlagen. Die Controller besitzen eine eigene IP-Adresse und können somit auch für Fernüberwachung direkt angesprochen werden. Als Protokoll wird das in der SPS-Technik verbreitete Modbus-TCP verwendet. Ein grosser Vorteil

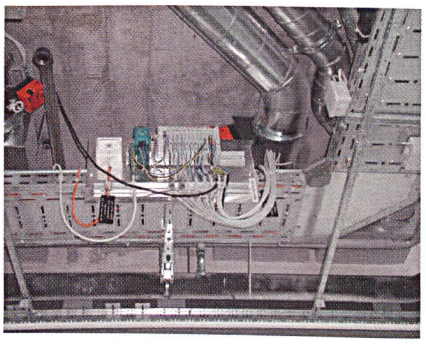

Bild 7 Dezentral platzierter Ethernet-Controller für die Zonenregelung (Quelle: BUS-House)

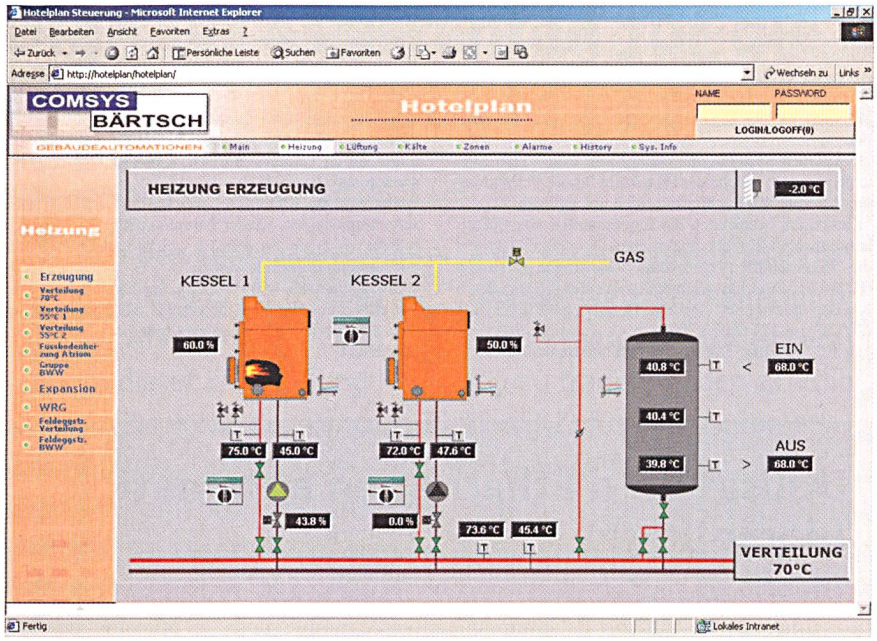

Bild 8 Anlagebild aus der Visualisierung über einen Browser (Quelle: Comsys Bärtsch)

für Errichter und Betreiber: Mit sehr wenigen Ein-/Ausgangsklemmen-Typen kann die gesamte Funktionalität abgedeckt werden.

Insgesamt 180 Ethernet-Controller mit sehr unterschiedlicher Anzahl von Ein-/Ausgängen (pro Controller sind maximal 256 physikalische Datenpunkte möglich) sind in Schaltschränken der Primäranlagen und in den Decken für die Zonenregulierung installiert (Bild 7). Insgesamt wurden etwa 6000 physikalische und 11 000 virtuelle Datenpunkte aufgeschaltet. Sowohl bei der Heizungs- oder Kühlungsprimäranlage als auch bei der Störmeldeerfassung oder den dezentralen Raumcontrollern: immer wird die gleiche Hardware eingesetzt, welche dank den unterschiedlichen und nur mit jeweils wenigen Ein- und Ausgängen bestückten Klemmen sehr modular ist. Dies ist ein grosser Vorteil für Planung, Errichtung und Unterhalt.

Das in diesem Projekt zum ersten Mal eingesetzte vollständig webbasierende Management-System konnte gute Resultate vorlegen: Der Bildaufbau bei der mittels dynamischer Symbole (Java-Applets) informativ gestalteten Visualisierung dauert weniger als eine Sekunde (Bild 8). Im Ganzen sind 85 dynamische Anlagebilder aufgeschaltet, welche nach der Fertigstellung der Anlage von jedem PC aus mit entsprechendem Zugriffsschutz aufgerufen werden können. Zu diesem Zweck wird das separate Ethernet-Netzwerk der Gebäudeautomation mit dem EDV-Netz der Hotelplan AG verbunden. Durch den lokalen Zugriff wird die Störungssuche und die Optimierung um einiges rationeller.

Totale Sicherheit für das Rechenzentrum

Das Rechenzentrum bildet das Nervenzentrum einer Touristikunternehmung. Entsprechend hoch müssen hier die Sicherheitsanforderungen gesetzt werden. Neben der Redundanz der Rechenausrüstung selber wurden auch die für einen Betrieb notwendigen Klimaanlagen ausfallsicher ausgeführt. Zwei Kältemaschinen mit je 480 kW Leistung für die technische Kälte und ein Aggregat mit 495 kW Leistung für die Klimakälte stellen die Kühlwasserversorgung sicher. Die Elektrospeisung des Gebäudes erfolgt über zwei Trafostationen, welche gegenseitig eine ausfallsichere Netzversorgung sicherstellen. Die über ein Netzleitsystem gesteuerten Kältemaschinen werden von beiden Netzen versorgt. Sowohl alle Kältemaschinen als auch das Rückkühlwerk[11)] verfügen über autonome Gebäudeautomations-Unterstationen.

Die Versorgung der technischen Kälte des Rechenzentrums erfolgt über drei Netzpumpen (Bild 9), welche auf drei unabhängige Controller aufgeteilt sind. Letztere sind durch folgende Watchdog-Funktionen gegenseitig verbunden: im Falle fehlender Kommunikation mit dem anderen Controller werden die verschiedenen Netzpumpen, Regulierungen und Kältemaschinen ab den Controllern freigegeben. Die Kältemaschinen werden anhand der Hälfte der Speicherfühler[12)] betrieben. Die gesamten Temperaturfühler sind doppelt ausgelegt. Zusätzlich steht eine Notkühlung über Stadtwasser zur Verfügung.

Das leistungsfähige Netzwerk ist auch bei Hotelplan als Gebäudeautomation-Netzwerk separat ausgeführt, um die Verantwortung sauber zu trennen. Alle Netzwerkanschlüsse sind auf Anschlussdosen und Patchverteiler geführt, um Störungen schnell eruieren zu können. Switches übernehmen dabei die Verteilung der Datenpakete, um den Durchgangssatz zu beschleunigen (Bild 10). Auch diese Anlage zeigt: Ethernet und Internet sind – mit

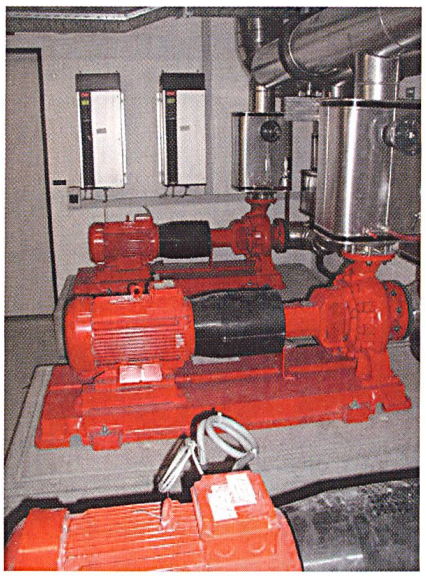

Bild 9 Drei Netzpumpen für grösstmögliche Sicherheit der Kälteversorgung des Rechenzentrums (Quelle: BUS-House)

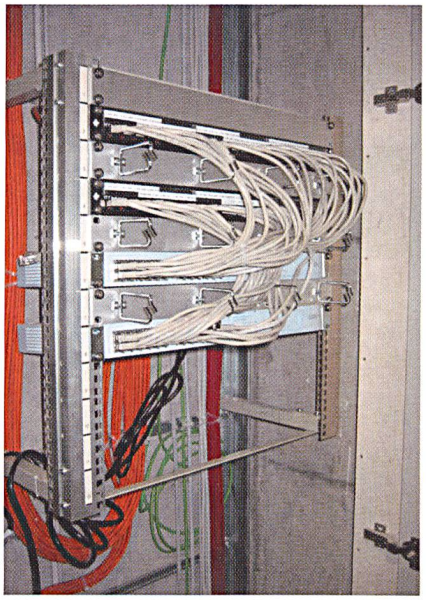

Bild 10 Netzwerkverteiler und Switches für die Gebäudeautomation (Quelle: BUS-House)

entsprechend guter Hard- und Software sowie einer hoch stehenden Systemintegration ausgeführt – ausgezeichnete Partner für eine moderne Gebäudeautomation.

Angaben zu den Autoren

Prof. ***Hans Scheitlin*** war nach seinem Studium der Elektrotechnik an der ETH-Zürich während mehrerer Jahre als Entwicklungsingenieur im Bereich kundenspezifischer Spezialsteuerungen tätig, wodurch er sich Erfahrungen mit den verschiedenen Feldbussystemen erwerben konnte. Seit 1995 ist er Dozent an der FH-Solothurn bzw. der ZHW für Technische Informatik und Industrielle Kommunikation.
ZHWIN, CH-8401 Winterthur, hans.scheitlin@zhwin.ch

Richard Staub, El.-Mont. und El.-Ing. ETH, arbeitete in verschiedenen Bereichen der Elektroinstallation. In den Jahren nach 1992 baute er für eine grosse Elektroinstallationsunternehmung eine Gebäudesystemtechnik-Abteilung auf. Seit 1998 ist er selbständig (Firma BUS-House). Er ist Mitgründer und seit 2000 Geschäftsleiter des Gebäude Netzwerk Instituts (www.g-n-i.ch).
BUS-House, CH-8032 Zürich, richard.staub@bus-house.ch

[1] CAN: Control Area Network. Ursprünglich von Bosch für die Automobilindustrie gedacht, setzt sich dieses Bussystem mehr und mehr in der gesamten Automatisierungstechnik durch. Der Bus verfügt über verschiedene ganz spezifische Lösungsansätze, mit denen entsprechende Eigenschaften einhergehen.
[2] Profibus: *Pro*cess *Fi*eld *Bus*
[3] EIB: European Installation Bus
[4] Beim Manchestercode wird jedes Bit verdoppelt: eine binäre «1» wird als die Folge «01», eine binäre «0» als «10» übertragen, was in jedem Fall zu einem Pegelwechsel in der Mitte des zu übertragenden Nutzbits führt.
[5] IPv4: Internet Protocol version 4. Die Version 4 weist einen Adressierungbereich von 32 Bits auf, was die Adressierung von insgesamt rund 4,3 Milliarden IP-Adressen erlaubt. Dieses Folgeprotokoll weist somit einen wesentlich grösseren Adressierungsbereich als das klassische IP auf, ist aber gleichzeitig mit ihm kompatibel.
[6] OSI: Open Systems Interconnection. Damit sind Systeme gemeint, welche die Protokolle für die Verbindung von heterogenen Rechnersystemen unterstützen.
[7] Kategorien bezeichnen die Eigenschaften von Einzelkomponenten (Kabel oder Anschlusselemente), während die Eigenschaften kompletter Übertragungsstrecken (Kabel und Anschlusselemente an beiden Seiten) durch Klassen bezeichnet werden. Details: ISO/IEC 11801 (2002) bzw. EN 50173:2002
[8] HLKS: Heizung, Lüftung, Klima und Sanitär
[9] Der Hotelplan-Konzern – eine 100%-Tochter des Migros-Genossenschafts-Bundes – ist ein bedeutendes Unternehmen der europäischen Touristikbranche.
[10] Die Planung – mit Ausnahme der sicheren Rechenzentren mit ihren komplexen Infrastrukturen – wurde durch die Polke, Ziege, von Moos AG (PZM), CH-8032 Zürich, www.pzm.ch durchgeführt. Die Ausführung erfolgte durch Comsys Bärtsch, CH-8803 Rüschlikon, www.comsysbaertsch.ch
[11] Hier wird das Kältemittel, welches im Betrieb Wärme aufgenommen hat, wieder heruntergekühlt, z.B. indem es Rohrschlangen durchfliesst, welche mittels Ventilator mit Aussenluft gekühlt werden.
[12] Das Kaltwasser wird in einen Speicher geladen und von dort durch die Anlagen geführt; als Speicherfühler wird der Temperaturfühler dieses spezifischen Speichers bezeichnet.

Utilisation d'Ethernet en automation (domotique)

Théorie et pratique

Ethernet, le système de communication de pointe dans le domaine de la bureautique et de plus en plus également des Wide Area Networks, se répand dans l'automation des processus et de l'automation des machines sous la désignation «Industrial Ethernet». Mais la domotique découvre maintenant elle aussi les avantages d'Ethernet qu'elle utilise de plus en plus dans les courtes distances, étant donné que la communication avec les stations de management – par exemple pour l'analyse des données – tourne sur Ethernet depuis des années déjà. L'article donne des informations de fond sur Ethernet en automation tout en montrant, à l'exemple d'un bâtiment administratif récemment construit, les possibilités d'utilisation d'Ethernet pour l'automation des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation.

Gibt gutes Licht – grosse Sicherheit und spart Energie!

ALMAT-econLight™-Leuchten sind wartungsfei = kleinste Unterhaltskosten, Lebensdauer bis 100'000 h, hohe Lichtleistung 14'500 cdl m²

econLight™ von ALMAT
- über 60% Energieeinsparung
- bis 10 mal höhere Lebensdauer als herkömmliche FL-Röhren
- grosse Lichtleistung
- x1000fach bewährt

ALMAT®
POWER – MIT SICHERHEIT

ALMAT AG, Notlicht + Notstrom
8317 Tagelswangen
Tel. 052 355 33 55, Fax 052 355 33 66

Notlichtsysteme, zentral und dezentral
info@almat.ch • www.almat.ch

IN_EL/5.03