

EtherCAT steuert DMX-Universen

Mit der Markteinführung der PC-basierten Steuerungstechnik „TwinCAT“ hat die Firma Beckhoff 1986 einen weltweiten Standard für die Automatisierung geschaffen. Softwareseitig ist die Automatisierungssuite TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) das Herzstück der Steuerung. Das TwinCAT-Softwaresystem verwandelt nahezu jedes PC-basierte System in eine Echtzeitsteuerung mit mehreren SPS-, NC-, CNC- und/oder Robotik-Laufzeitsystemen. Diese bisher hauptsächlich im Industriebereich angewandte Steuerungstechnik findet nunmehr auch Einzug im Theater. In welcher Form, soll am Beispiel des Stadttheater Kuopio (Finnland) gezeigt werden.



Innovative Lichtsteuerung im Stadttheater Kuopio

Christian Henke, Technische Leitung Bühnen- und Showtechnik, Beckhoff Österreich (Text), Beckhoff Automation (Fotos)

Im Herbst 2014 wurde das finnische Stadttheater Kuopio nach zweijähriger Umbau- und Sanierungsphase neu eröffnet. Es ist das größte Theater in Ostfinnland, das den Bewohnern der Stadt und der Region anspruchsvolle und vielseitige Theaterunterhaltung bietet. Jährlich finden hier zwischen acht bis zehn Premieren und zirka 300 Vorstellungen statt. Um den Theaterbetrieb auch in technischer Hinsicht auf ein zeitgemäßes Niveau anzuheben,

beschlossen die Stadtväter von Kuopio, das in den 1960er Jahren erbaute Haus zu erweitern und die technische Ausstattung erneuern zu lassen. Das Konzept einer zentralen Lichtsteuerung über einen Embedded-PC, der die dezentralen DMX-Universen kontrolliert, erwies sich als optimale Lösung hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit, Flexibilität und Kosten. Der An- bzw. Umbau des Theaters, mit dem das Architekturbüro ALA aus Helsinki beauftragt wurde,

greift die Materialien der Bestandsarchitektur – Glas und weiße Betonpaneele – auf, ohne dabei auf Originalität in der Formgebung zu verzichten: Die Fassade, eine weiße Faserbetonummantelung, ähnelt aufgrund ihrer „Knicke“ einem überdimensionierten entfalteten Origamipapier. Um Alt und Neu zu verbinden schlossen die Architekten an das Foyer des Altbaus eine brückenähnliche Konstruktion an, die entlang der Fassade zu dem neuen

Saal im Anbau führt und gleichzeitig ein Vordach formt.

Nach Abschluss der Umbauarbeiten verfügt das Theater nun über eine Hauptbühne mit 464 Plätzen, eine Studiobühne mit flexiblen Zuschauerrängen und modernster Bühnentechnik sowie erweiterte Technikräume. Saniert wurden darüber hinaus alle technischen Anlagen, von der Klimatechnik und Elektrik über die Bühnentechnik bis hin zur Lichtsteuerung.

Verwendete Begriffe

EtherCAT

EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) ist eine von der Firma Beckhoff Automation entwickelte Echtzeit-Ethernet-Technologie. Die Schwerpunkte der Entwicklung von EtherCAT lagen auf kurzen Zykluszeiten ($\leq 100 \mu\text{s}$), niedrigem Jitter für exakte Synchronisierung ($\leq 1 \mu\text{s}$) und niedrigen Hardwarekosten. Der vom Master versendete Standard-Ethernet-Frame wird nicht wie bei anderen Industrial-Ethernet-Lösungen in jeder Anschaltung zunächst empfangen, dann interpretiert und die Prozessdaten weiterkopiert.

Die EtherCAT Slave-Geräte entnehmen die für sie bestimmten Daten schon, während das Telegramm das Gerät noch durchläuft. Ebenso werden die Eingangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Dabei wird ein Rahmen nicht vollständig empfangen, bevor er verarbeitet wird, sondern die Bearbeitung wird so früh wie möglich begonnen. Das Versenden erfolgt ebenso mit einem minimalen Versatz von wenigen Bitzeiten.

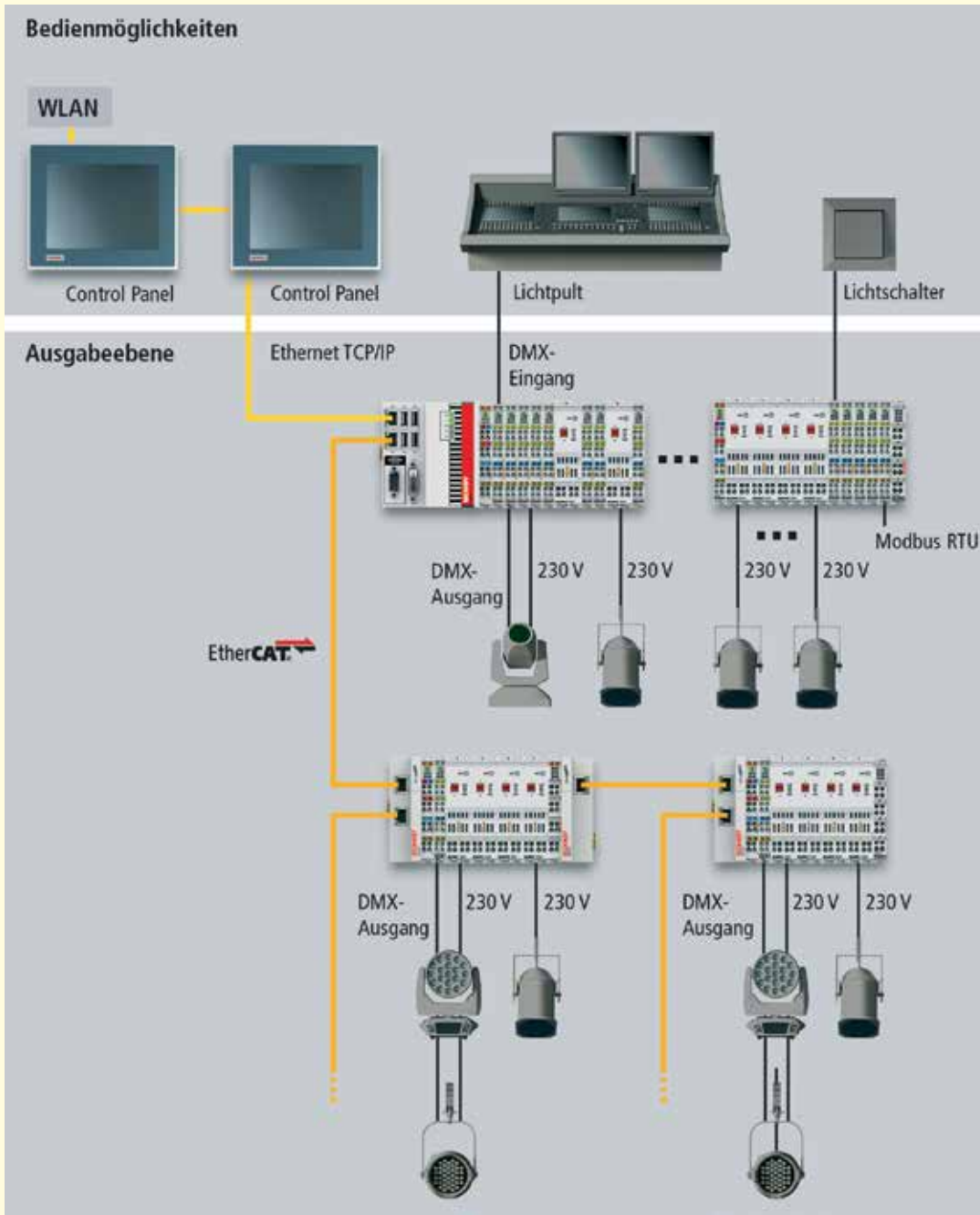
Embedded PC

Ein Embedded-PC ist ein lüfterloser Industrie-PC

mit besonders kompakten Abmessungen und hoher Widerstandsfähigkeit gegen raue Umgebung.

DMX

DMX ist ein digitales Steuerprotokoll, das in der Bühnen- und Veranstaltungstechnik zur Steuerung von Dimmern, „intelligenten“ Scheinwerfern, Moving Heads und Effektgeräten angewandt wird. Durch die symmetrische Übertragung besitzt DMX eine hohe Störsicherheit, da sich externe Störungen auf beide Datenleitun-



Vereinfachte Systemübersicht der Lichtsteuerung im Stadttheater Kuopio

Embedded-PC integriert die gesamte Lichtsteuerung

In der Vergangenheit erfolgte die Lichtsteuerung im Stadttheater in Kuopio während der Vorstellung über ein Lichtpult auf der Basis von DMX. Hiervon getrennt wurden das Licht im Zuschauerraum, das Blaulicht hinter der Bühne, das Arbeitslicht außerhalb von Vorführungen und die Versorgung der Netzstecker gesteuert. Somit waren mehrere Systeme zu kontrollieren und zu steuern. Das bedeutete für Juha Westman, Technischer Leiter des Stadttheater: unterschiedliche Lieferanten, verschiedene Programmierer, entsprechend viele Subunternehmer und ein sehr großer Aufwand im Falle von Systemänderungen.

Die Entscheidung für die PC-basierte Steuerungstechnik von Beckhoff fiel aufgrund der Anforderungen des Theaters. Dieses wünschte sich eine flexible Lichtsteuerung der DMX-Universen unabhängig vom Lichtpult, die Integration von Schaltern bzw. Tastern zur Lichtsteuerung außerhalb des Showmodus, wie beispielsweise während der Proben oder für Reinigungsarbeiten. Auch sollten sich Fremdsysteme problemlos einbinden lassen. Alles in allem sollte das neue System ein hohes Maß an Flexibilität bezüglich Systemänderungen und -erweiterungen mitbringen. Diese Anforderungen sind mit einer offenen, PC-basierten Steuerungslösung wesentlich einfacher und kostengünstiger zu realisieren als mit konventionellen Systemen.

gen gleichmäßig auswirken und am Empfänger nicht das Pegelniveau, sondern die Pegeldifferenz ausgewertet wird.

sACN

Um die Vorteile von Ethernet zu nutzen, wurde von der ESTA (Entertainment Services and Technology Association) sACN (Streaming Architecture for Control Networks) entwickelt. Dieses überträgt DMX-Universen per UDP/IP. Dabei werden die DMX-Daten als komplettes Universum in den sACN-Frame eingebettet und so mithilfe

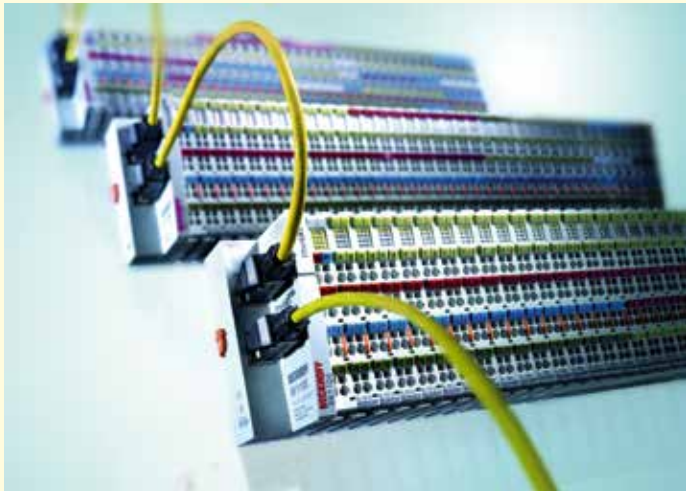
einer weiteren Schicht durch UDP/IP getunnelt. sACN wird durch ANSI Standard E1.31-2009 definiert und stellt eine Untermenge des ACN Standards (ANSI Standard E1.17) dar.

Modbus

Das Modbus-Protokoll ist ein Kommunikationsprotokoll, das auf einer Master/Slave- bzw. Client/Server-Architektur basiert. Es wurde 1979 von Gould-Modicon für die Kommunikation mit seinen speicherprogrammierbaren Steuerungen ins Leben gerufen. In der Industrie hat sich der

Modbus zu einem De-facto-Standard entwickelt, da es sich um ein offenes Protokoll handelt. Mittels Modbus können ein Master (z. B. ein PC) und mehrere Slaves (z. B. Mess- und Regelsysteme) verbunden werden. Es gibt zwei Versionen: eine für die serielle Schnittstelle (EIA-232 und EIA-485) und eine für Ethernet.

Jeder Busteilnehmer muss eine eindeutige Adresse besitzen, wobei jeder Teilnehmer Nachrichten über den Bus senden darf. In der Regel wird dies jedoch durch den Master initiiert und ein adressierter Slave antwortet.



So sehen die Master- und Slaveklemmen aus

Die Beckhoff-Lösung besteht aus einem **Embedded-PC CX5010** als zentraler Steuerung, den **DMX-Master- und DMX-Slaveklemmen EL6851 und EL6851-0010** zur Ansteuerung der dezentralen DMX-Universen sowie verschiedenen digitalen und analogen I/Os und einer Vielzahl an **Relais-Ausgangsklemmen KL2641**. In Summe wurden rund 550 Klemmen verbaut. Über den **Buskopppler BK1250** ist die gemischte Verwendung von EtherCAT- und Standard-Busklemmen in einer Busstation realisierbar. Der Kopppler erkennt die angeschlossenen Busklemmen und erstellt automatisch die Zuordnung ins Prozessabbild des EtherCAT-Systems. Zur lokalen Visualisierung und als Bedienerschnittstelle wird der Einbau-Panel-PC CP6202 genutzt. Die Bedienung kann aber auch via Webservices über ein Smartphone erfolgen.

EtherCAT als leistungsstarkes Rückgrat der Steuerungsplattform

Backbone der Steuerungsplattform ist EtherCAT, der hochperformante Ethernet-basierende Feldbus, der für die industrielle Echtzeitkommunikation entwickelt wurde. In Verbindung mit der DMX-Masterklemme EL6851 ermöglicht er den parallelen Betrieb von fast beliebig vielen DMX-Universen. Beispielsweise können bei einer Zykluszeit von

10 ms mit nur einer SPS-Task mindestens 100 DMX-Universen die volle Protokollbreite von 512 Kanälen übertragen. Durch die Möglichkeit, mehrere DMX-Master- bzw. Slaveklemmen in den Klemmenstrang einzubinden, können die DMX-Universen vom Mischpult auf verschiedene Schaltschränke verteilt und direkt über EtherCAT angesteuert werden, wodurch die DMX-Verkabelung wesentlich einfacher wird und man flexibler ist. Über die frei programmierbare Automatisierungssoftware TwinCAT und die Softwarebibliothek TwinCAT PLC DMX ist es möglich, verschiedene Lichtszenen zu erstellen, die über Taster oder die Visualisierung gespeichert und abgerufen werden können.



Die gesamte Lichtsteuerung erfolgt über EtherCAT



Zur lokalen Visualisierung und als Bedienerschnittstelle nutzt das Kuopio-Stadttheater den Panel-PC CP6602 (im Bild links oben, mit Visualisierung). Die Bedienung kann aber auch via Webservices über ein Smartphone erfolgen

Auch die Relais sind individuell parametrierbar als „offrelays“, sodass sie nach Ablauf einer bestimmten Zeit nach der Vorführung automatisch ausgeschaltet werden.

Im Show-Modus wird der Input der DMX-Slaves auf die Ausgänge des DMX-Masters kopiert. Außerhalb des Show-Modus, wenn das Lichtpult nicht im Einsatz ist, z. B. bei Proben, Reinigungs- und Wartungsarbeiten, sind bestimmte Steuerfunktionen über Taster und über die Visualisierung abrufbar. Die gesamte Steuerung von Licht und Strom wird dann von der Beckhoff-Plattform übernommen. Die Taster zur Systemsteuerung außerhalb der Theatervorstellung sind über die digitale Relais-Ausgangsklemme KL2641 eingebunden. Sie regelt auch die Netzspannung der DMX-Leuchten und der Steckdosen während der Vorstellung. Im Show-Modus lassen sich

diese Taster blockieren, um ungewollte Steuerungsbefehle zu vermeiden. Mit der Möglichkeit zum Handbetrieb bietet die Klemme einen weiteren Vorteil; beispielsweise in der Start-up-Phase, wenn Strom benötigt wird, aber die Steuerung noch nicht vollständig hochgefahren ist.

Es ist auch die Möglichkeit vorgesehen, weitere Gewerke in die Bühnentechnik zu integrieren, wie z. B. eine Nebelmaschine, die in der DMX-Welt vorhanden ist. Dies setzt eine Verbindung zur HLK-Anlage voraus, um den austretenden Nebel in die gewünschte Richtung strömen zu lassen und die Geschwindigkeit der Ventilation anzupassen. Über die serielle Schnittstelle KL6041 ist das problemlos möglich: Die Kommunikation zwischen der zentralen Steuerung und der Nebelmaschine bzw. der HKL erfolgt über Modbus. So ist EtherCAT der leistungsstarke Backbone, der alle wichtigen Schnittstellen wie DMX, sACN, Modbus und weitere abdeckt. EtherCAT bietet aber noch eine Reihe weiterer Vorteile, wie die flexible Topologiewahl und die einfache Verkabelung, die deutliche Kostenvorteile mit sich bringt.

Anfragen an:
Beckhoff Automation GmbH
Lünerseepark
6706 Bürs
T: +43 (0) 5552 / 688 13-0
F: +43 (0) 5552 / 688 13-18
E: info@beckhoff.at
www.beckhoff.at