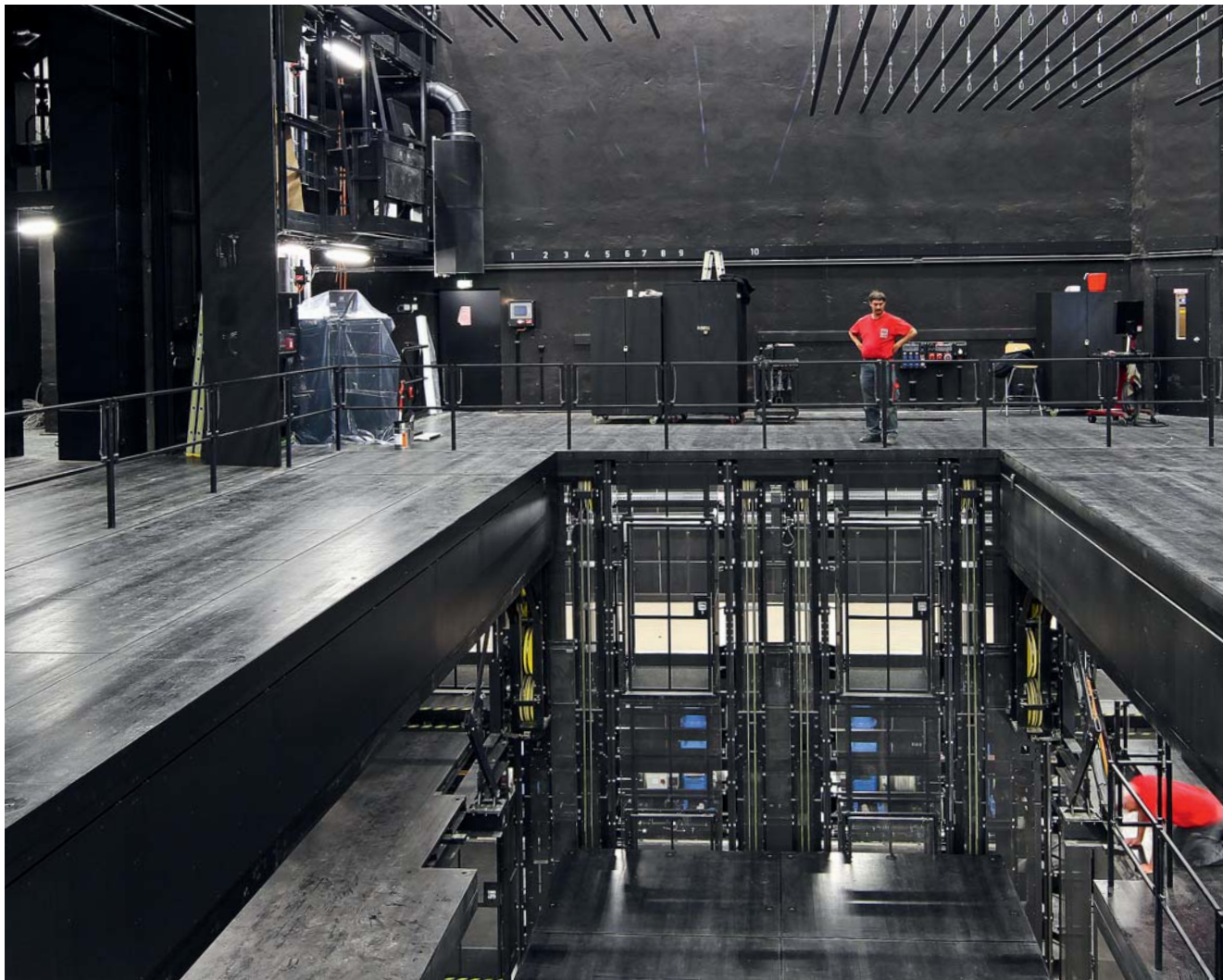


Blick in die Obermaschine mit den Seilzügen: Nach dem Komplettumbau der Bühne verfügt das Schauspielhaus Nürnberg nun über 47 Maschinenzüge für die Prospekt-, Panorama-, Portal-, Galeriebeleuchtungs-, Oberlicht-, Hinter- und Vorbühnenzüge, zehn Punktzüge sowie vier Versenkeinrichtungen für die Bühnenpodien, die sich unabhängig voneinander bewegen lassen.



Die Bühne hat eine Gesamtfläche von 20 m x 35 m, wobei der Hauptbereich, die vier beweglichen Podien, eine Fläche von insgesamt 10,5 x 12 m ausmacht.



Neben dem neu gestalteten Zuschauerraum verfügt das Nürnberger Schauspielhaus nach den Umbaumaßnahmen über eine hochmoderne Bühnentechnik, die Arbeitsbedingungen und künstlerisch-technische Möglichkeiten auf dem neuesten technischen Stand bietet.

Neue Steuerungslösung bei Sanierung des Schauspielhaus Nürnberg

## Komplexe Bühnen- und Theatertechnik mit PC- und EtherCAT-basierter Steuerung

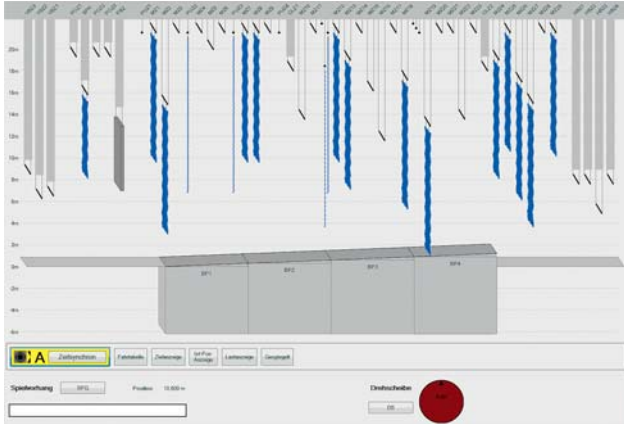
Reibungslose Aufführungen in Opern- und Schauspielhäusern setzen hochmoderne und komplexe Bühnenanlagen und -technik voraus. Aus diesem Grund wurde das Schauspielhaus in Nürnberg während einer zweijährigen Bauzeit komplett renoviert. Den Auftrag zur Sanierung der gesamten Bühnentechnik erhielt das Unternehmen TTS Theatertechnische Systeme, das bei diesem komplexen Projekt erstmals vollständig auf PC-basierte Beckhoff-Steuerungstechnik mit durchgängiger EtherCAT-Anbindung gesetzt hat.



Im Schauspielhaus des Staatstheaters Nürnberg finden bis zu 14 verschiedene Vorführungen pro Woche statt. Möglich ist dies nur mit modernster Bühnentechnik, mit Hubpodien, computergesteuertem Schnürboden und Drehscheibe, sowie modernster Beleuchtungstechnik. Aus diesem Grund entschied man sich in Nürnberg für eine Generalüberholung des Theaters: Neben dem Empfangsbereich, der Bestuhlung und dem Zuschauerraum wurde aus technischer Sicht die gesamte Unter- und Obermaschinerie der Bühne erneuert. Mit der kompletten Sanierung, vom Stahlbau bis hin zur Elektro- und Steuerungsinstallation, wurde die TTS GmbH beauftragt. Der Spezialist für theatertechnische Systeme, mit Firmensitz im norddeutschen Syke, ist seit 20 Jahren in der Theater- und Bühnentechnik tätig und setzt bereits seit 2002 Beckhoff-Komponenten ein.

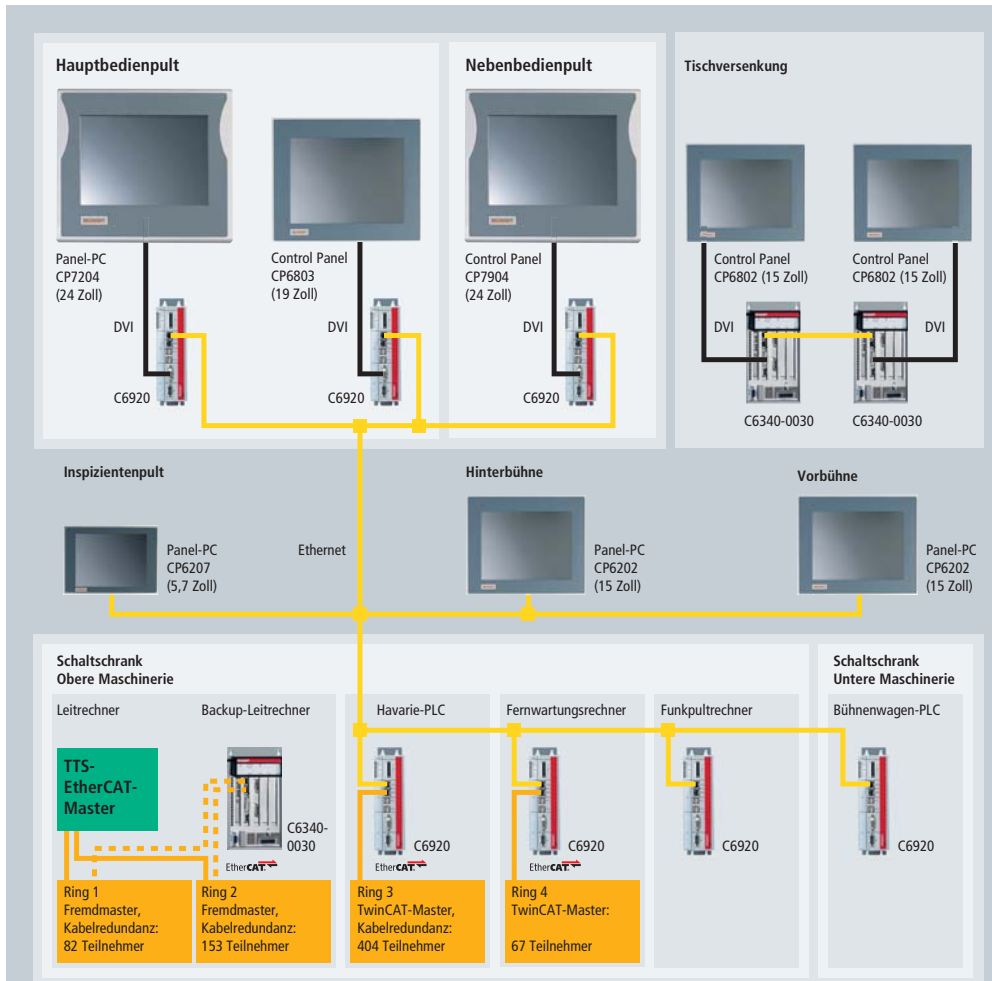
### **EtherCAT – Highspeed-Ethernet als übergeordnetes Bussystem**

Die Steuerung der Bühne ist in verschiedene Aufgabenfelder und Funktionsbereiche unterteilt, für die diverse Beckhoff Industrie-PCs und das EtherCAT-Bussystem durchgängig im Einsatz sind. (siehe Abb. S. 32) Die Hauptsteuerung übernimmt ein TTS-Rechner, der als kabelredundanter EtherCAT-Master ausgeführt ist. Die Steuerung der Sicherheitsfunktionen erfolgt über eine speziell für Theater entwickelte Software. Als Backup-Leitrechner dient ein Beckhoff Schaltschrank-Industrie-PC C6340-0020 mit TwinCAT I/O, welcher bei einem Ausfall des Hauptrechners das kabelredundante EtherCAT-Netzwerk übernimmt. Am Haupt- und Nebenbedienpult sind drei Beckhoff Schaltschrank-IPCs C6920 mit Bedienpanel in kundenspezifischer Ausführung im Einsatz; vier weitere übernehmen die Steuerung der Ober- und Untermaschinerie der Bühne.



Die Visualisierung und Bedienung des Bühnenraums erfolgt über eine von TTS entwickelte Spezialsoftware.

TTS setzt bereits seit 2002 auf Beckhoff-Komponenten. „Die Nutzung der dezentralen I/O-Peripherie von Beckhoff versetzte uns in die Lage, unsere Anlagen genau auf die Bedürfnisse unserer Kunden abzustimmen. Nach erfolgreicher Einführung der Busklemmen folgte die Umstellung auf Beckhoff Panel-PCs und die Automatisierungssoftware TwinCAT“, erläutert Frank Kremer. „Als vorerst letzter Schritt folgte die Einführung von EtherCAT“. Auf der Suche nach einem für unsere Zwecke passenden Bussystem landeten wir bei EtherCAT, das die für uns wichtigen Eigenschaften der Echtzeitfähigkeit, der hohen Bandbreite, der Kabelredundanz sowie gute Diagnoseeigenschaften umfasst.“



Kundenspezifische Beckhoff Control Panel am Hauptbedienpult. Das 24-Zoll-Display gibt dem Bühnentechniker, ohne Scrollen auf dem Bildschirm, einen Überblick über die gesamte Anlage.



Hans-Helmut Mandel, Vertrieb Beckhoff-Niederlassung Hannover, betreute die Umsetzung des Projektes in enger Zusammenarbeit mit TTS Theatertechnische Systeme: „Zu den absoluten Highlights dieser Anwendung zählt die EtherCAT-Redundanz, die höchste Verfügbarkeit garantiert.“

Drei Panel-PCs CP6202 und CP6207 sind für die Steuerung des Inspizientenpultes, der Haupt- und der Vorbühne zuständig. Die Tischversenkung wird über zwei Schaltschrank-PCs C6340 mit abgesetzten 15-Zoll-Panels angesteuert.

Die über 5.000, im Bühnenraum verteilten, I/O-Punkte werden über 700 EtherCAT-Klemmen erfasst und angesteuert. Diese sind in vier einzelne EtherCAT-Stränge bzw. Ringe aufgeteilt:

- | Ring 1: TTS-Steuerung (C6340 Backup-Rechner), Kabelredundanz : 82 Teilnehmer
- | Ring 2: TTS-Steuerung (C6340 Backup-Rechner), Kabelredundanz: 153 Teilnehmer
- | Ring 3: Beckhoff IPC C6920 mit TwinCAT-Master, Kabelredundanz: 404 Teilnehmer
- | Ring 4: Beckhoff IPC C6920 mit TwinCAT-Master: 67 Teilnehmer

Die gesamte Technik lässt sich von verschiedenen Bedienpulten steuern, welche – je nach Ausführung – stationär, fahrbar oder auch tragbar, per Funksteuerung erfolgt. Zum Einsatz kommen acht Control Panel mit Touchscreen-Funktion in kundenspezifischer Ausführung, teilweise mit integriertem oder mit abgesetztem Industrie-PC und Displaygrößen von 5,7 bis 24 Zoll.

### Bühnenumbauten bei geöffnetem Vorhang

Nach dem Komplettumbau der Bühne verfügt das Schauspielhaus Nürnberg nun über 47 Maschinenzüge, zehn Punktzüge und vier Versenkeinrichtungen (Podien), die sich unabhängig voneinander bewegen lassen. Die Bühne hat eine Gesamtfläche von 20 m x 35 m, wobei der Hauptbereich, die vier beweglichen Podien, eine Fläche von insgesamt 10,5 x 12 m ausmacht. Jedes Podium ist mit einem sogenannten Neigegedeck ausgerüstet, welches dazu dient, die gesamte Podienfläche um bis zu 10 Grad zu neigen. In den Neigegedecken befinden sich jeweils sieben Versenkungsklappen mit elektrischen Antrieben, die die Öffnung des Bühnenbodens ermöglichen. Unter den Klappen können zwei Tischversenkungen auf dem Schleppboden des Podiums platziert werden. Zusätzlich ist ein klappbarer Bühnenwagen mit integrierter Drehscheibe von 10 m Durchmesser und einem Gewicht von 20 t vorhanden. Kommt der Drehscheibenwagen nicht zum Einsatz, so wird er im hinteren Bereich der Bühne zusammengeklappt und in eine Parkstellung nach oben gezogen. Die Hub-Klappbewegung erfolgt durch einen Hydraulikzylinder, der bis zu 60 t ziehen kann.

Durch die technischen Funktionen der Bühne bieten sich vielfältige neue Möglichkeiten für die Aufführungen an. Ein Beispiel hierfür sind die offenen Verwandlungen der Bühne, d. h. während des geöffneten Vorhangs kann das Bühnenbild umgebaut werden. Hierzu ruft der Bühnentechniker an der Bedienoberfläche vorher erstellte Bewegungsabläufe (sogenannte Verwandlungen) auf und fährt sie anschlie-

send ab. So lassen sich komplexe Bewegungen auf der Bühne per Knopfdruck durchführen. Sämtliche Fahrmodi sind synchronisiert, sodass Synchronfahrten zwischen Ober- und Untermaschinerie problemlos möglich sind. „Höchsten Wert legen die Betreiber von Theatern auf Sicherheit und eine sehr hohe Verfügbarkeit der Steuerung. Zur Gewährleistung der Sicherheitsanforderungen nach SIL 3 wurden redundante EtherCAT-Busmaster und zusätzlich EtherCAT mit Kabelredundanz eingesetzt“, erläutert TTS-Projektleiter Frank Kremer.

### EtherCAT sorgt für exakt synchronisierte Bewegungsabläufe

Für jeden zu steuernden Antrieb – egal ob Prospekt- oder Punktzug – ist jeweils ein Achsrechner vorhanden; hierzu wurden insgesamt 70 EtherCAT-Antriebe installiert. Der Zentralrechner von TTS übernimmt die Steuerung der gesamten Antriebstechnik. Jeder Achsrechner ist für die Positionierung und Überwachung der ihm zugeordneten Antriebsachse zuständig, wobei er seine Fahrbefehle und Sollwerte über ein Bussystem vom Leitreechner erhält. „Bei dieser neuesten Steuerungsgeneration haben wir durchgängig EtherCAT als Bussystem eingesetzt. EtherCAT vereinbart die Vorteile einer hohen Bandbreite mit Echtzeitfähigkeit für die Synchronisierung der Antriebe und mit hoher Verfügbarkeit durch die Eigenschaft der Kabelredundanz“, führt Frank Kremer aus.

Der zweikanalig ausgelegte Leitreechner wertet die Eingabedaten der verschiedenen Bedienpulte und die Fahrbefehle der einzelnen Fahrhebel aus, leitet sie an die Achsrechner weiter, übernimmt die Kontrolle über den gesamten Datenverkehr der Steuerung sowie über die Einhaltung der vorgegebenen Bewegungsabläufe und der Positionierung der Achsen. Vom Leitreechner aus können die Achsen der Ober- und Untermaschinerie gleichzeitig angesteuert werden, so dass beispielsweise ein Podium mit aufgesetztem Prospektzug wegsynchron gefahren werden kann.

### Alles auf einen Blick

„Abschließend kann gesagt werden, dass durch die Neuinstallationen unsere Anforderungen und Funktionen in vollem Umfang erfüllt wurden“, bestätigt Florian Steinmann, Bühneninspektor im Schauspielhaus Nürnberg: „Durch die aufwendige Dekoration und die immer komplexer und zahlreicher werdenden Verwandlungen des Bühnenraums sind wir mit der neuen Bühnenmaschinerie auch für zukünftige Anforderungen gut gerüstet. Die 24-Zoll-Displays erlauben einen Überblick über die gesamte Bühne ohne Scrollen des Bildschirms. Die Bedienung und Überwachung der komplexen Anlage wurde dadurch deutlich einfacher und anwenderfreundlicher.“



Frank Kremer, Projektleiter von TTS Theatertechnische Systeme und Ole Sörensen TTS-Software-Entwicklung