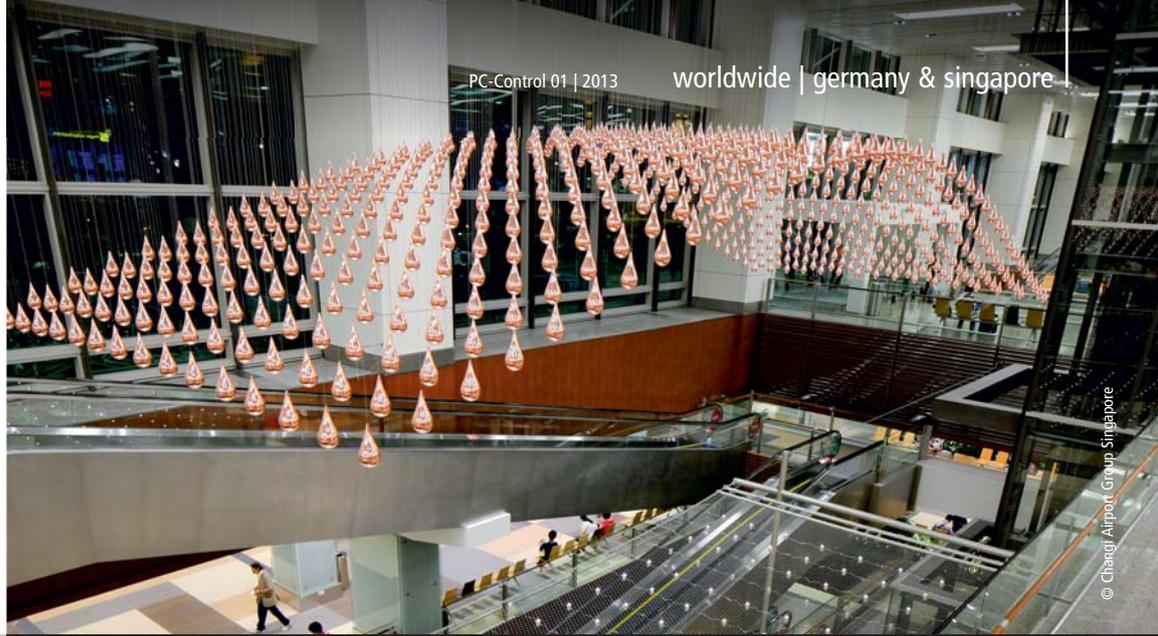


Insgesamt überspannt die Installation, die aus zwei zusammenhängenden Feldern von je 608 Tropfen besteht, eine Fläche von mehr als 75 Quadratmetern und bespielt eine Raumhöhe von über 7,3 Metern.



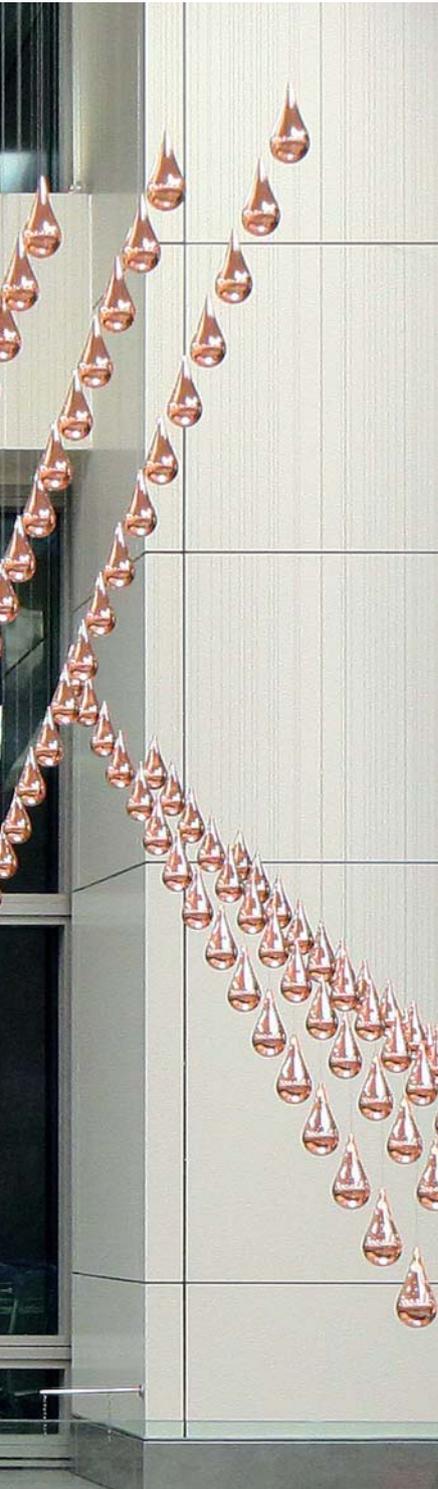
© Changi Airport Group Singapore

Changi Airport, Singapur: EtherCAT synchronisiert das Verfahren von 1.216 Servoachsen

„Kinetic Rain“

Perfekte Symbiose von Technik und Kunst

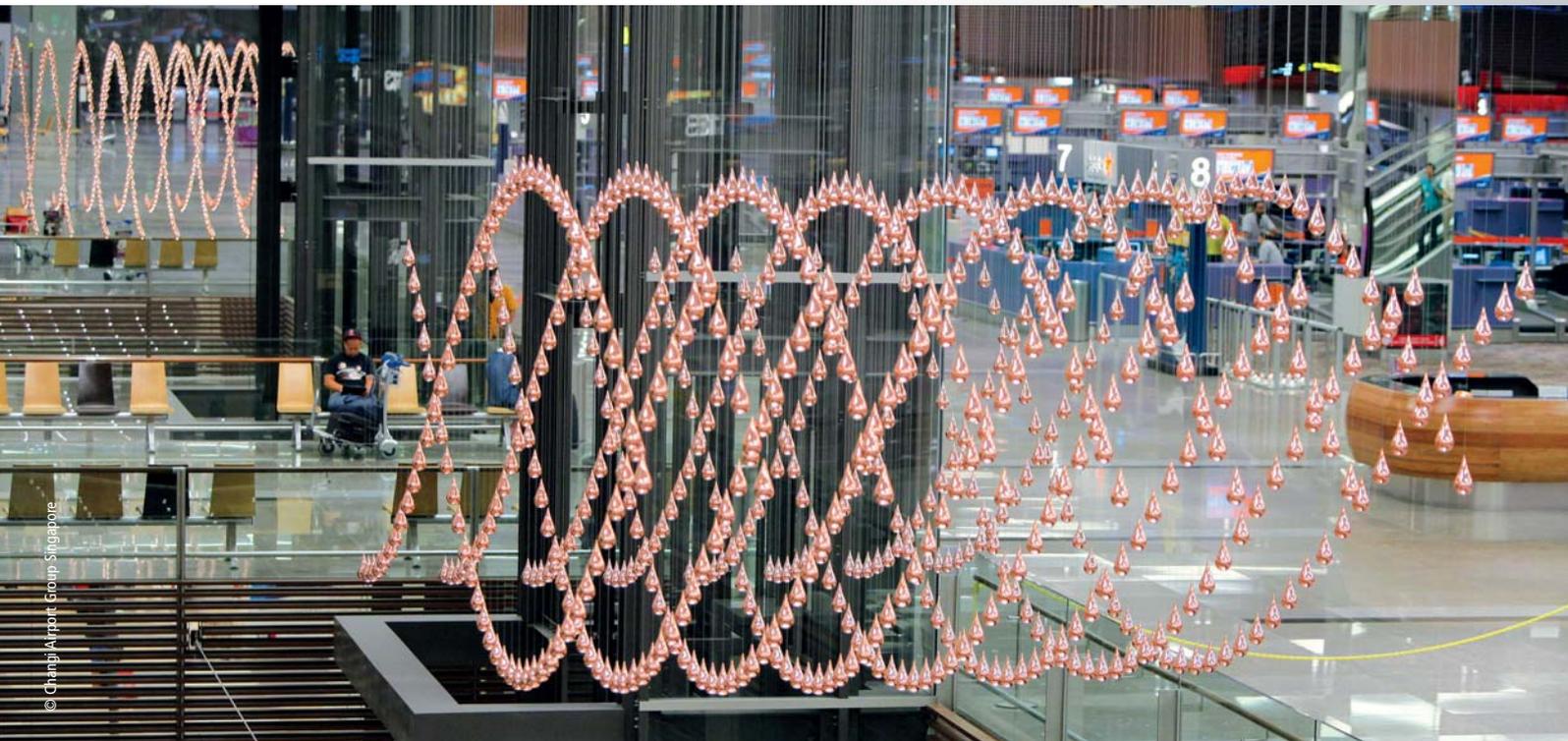
Mit »Kinetic Rain« wurde am Changi Airport in Singapur die wohl weltweit größte kinetische Skulptur realisiert. Das künstlerische Konzept der Installation und die komputative Gestaltung der Choreografie stammen von der Berliner Art+Com AG. In Anspielung auf den tropischen Regen besteht die Installation aus 1.216 hochglänzenden, verkupferten Aluminiumtropfen. Diese hängen an dünnen Stahlseilen von der Decke und werden jeweils einzeln von einem kleinen Servomotor bewegt. Während einer 15 Minuten dauernden Show formieren sich die Tropfen zu verschiedenen Schaubildern zum Thema Fliegen. Die gesamte technische Umsetzung von »Kinetic Rain«, inklusive der Software, erfolgte durch die MKT AG, Experte für kinetische Installationen. Die Herausforderung, 1.216 Servoachsen synchron zu verfahren, wurde auf Basis von EtherCAT, TwinCAT und den kompakten Servodrives in Form einer Busklemme gelöst.



Changi Airport Group Pte Ltd.

Am 16. Juni 2009 wurde die Changi Airport Group (CAG) Singapur gegründet. Als Verwaltungsgesellschaft des Changi Airports ist sie im Wesentlichen für Betrieb und Leitung des Flughafens, dessen Entwicklung als Luftverkehrsknotenpunkt, gewerbliche Aktivitäten und Flughafennotdienste zuständig. 2011 verzeichnete der Flughafen über 46 Millionen Fluggastbewegungen. Bei der Modernisierung der Check-in-Halle investierte die CAG in eine kinetische Skulptur: Mit ihrer Anspielung auf den tropischen Regen ist „Kinetic Rain“ eine Hommage an die Tropenstadt Singapur.

Während einer 15 Minuten dauernden Show formieren sich die 1.216 Tropfen zu sechzehn verschiedenen Schaubildern zum Thema Fliegen.

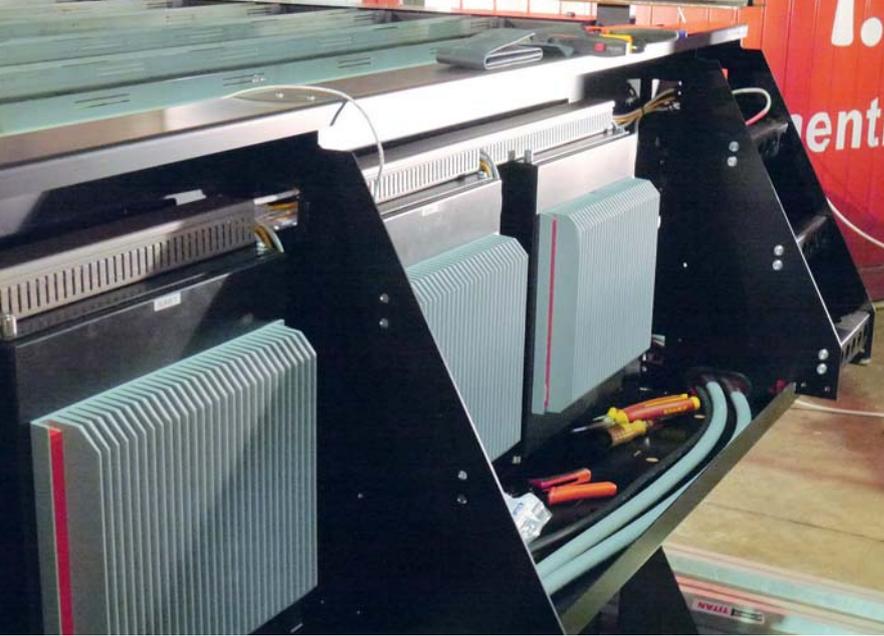


Flugreisende und Flughafenbesucher, die das Terminal eins des Changi Airports in Singapur betreten, werden bei ihrem Gang durch die modernisierte Abfertigungshalle von einer kinetischen Skulptur »Kinetic Rain« in Bann gezogen. „Das harmonische Zusammenspiel von mehr als tausend Tropfen symbolisiert auch die vielen Menschen, die im Flughafen Tag für Tag dafür sorgen, dass Reisende und Besucher des Changi Airport positiv überrascht sind und ihn in angenehmer Erinnerung behalten“, erläutert Yeo Kia Thye, Vizedirektor für den Flughafenbetrieb der Changi Airport Group.

Insgesamt überspannt die Installation, die aus zwei zusammenhängenden Feldern von je 608 Tropfen besteht, eine Fläche von mehr als 75 Quadratmetern und bespielt eine Raumhöhe von über 7,3 Metern. Das künstlerische Konzept dieser ungewöhnlichen Rauminstallation stammt von der Berliner Agentur Art+Com. Die technische Umsetzung des Gesamtprojektes und die Programmierung übernahm die MKT AG in Olching, bei München, Deutschland. Bei

der Programmierung und Umsetzung der Steuerung erhielt das Unternehmen, das auf kinetische Installationen spezialisiert ist, Unterstützung von Beckhoff. „Mit »Kinetic Rain« haben wir das bisher anspruchsvollste Projekt dieser Art realisiert“, erläutert Axel Haschkamp, Vorstand der MKT AG: „Mehr als 2000 Ingenieursstunden sind in dieses Projekt geflossen. Eine besondere Herausforderung war nicht zuletzt der Transport der 30 Tonnen schweren, komplett fertig gestellten Installation nach Singapur.“

Die Anforderungen an die Steuerung von »Kinetic Rain« sind mit dem präzisen Verfahren von 1.216 Achsen außerordentlich hoch. Daneben waren hohe Verfügbarkeit, kompakte Bauform der Komponenten, sowie der Austausch von Komponenten ohne Adressierung gefordert. „Zu den vorrangigsten Auflagen unseres Kunden, Changi Airport, gehörte, dass die Anlage 24 Stunden am Tag läuft. Selbst wenn eine einzelne Achse ausfallen sollte, muss die Show weitergehen“, ergänzt Peter Haschkamp, ebenfalls Vorstand von MKT.



Der Industrie-PC C6525 ist, aufgrund seiner flachen Bauform, ideal für den Einbau in begrenzten Platzverhältnissen geeignet. Durch ein optionales SSD-Speichermedium und passive Kühltechnik enthält der C6525 keine rotierenden Bauteile.

Mit den Beckhoff-Servoklemmen, die sich nahtlos in den EtherCAT-Klemmenstrang einreihen, und den Servomotoren AM3121 fand MKT eine kompakte Antriebslösung, die dem knapp bemessenen Einbauraum in der Decke des Flughafenterminals perfekt entspricht.

Wie steuert man 1.216 Achsen synchron?

„Das synchrone Verfahren von 1.216 Achsen gehört zu den absoluten Highlights dieses Projektes“, betont Raphik Shahmirian, Vertrieb Beckhoff-Niederlassung München, der die technische Umsetzung von »Kinetic Rain« in enger Zusammenarbeit mit MKT betreut hat. Darüber hinaus waren hohe Anforderungen an die Dynamik, Präzision und Geschwindigkeit der Bewegungsabläufe zu erfüllen. Die Tropfen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s und einer Beschleunigung von 1,4 m/s². Die Bewegung muss dynamisch sein, zugleich aber fließend und absolut ruckfrei erfolgen. Die Lösung für diese Aufgabe fand MKT in der PC- und EtherCAT-basierten Beckhoff-Steuerungsplattform mit kompakter Servoantriebstechnik.

Die Steuerung übernimmt ein zentraler Industrie-PC des Typs C6525. Dieser kommuniziert per TwinCAT ADS mit dem speziellen GUI-Rechner von MKT. Gleichzeitig steuert der PC – per TwinCAT NC PTP – zentral die 1.216 Achsen und agiert als Master. Über die TwinCAT-Kurvenscheiben-Funktion koordiniert der Master-PC die Verteilung der Positionsdaten an die sechs Slave-PCs, denen jeweils 192 bzw. 208 Achsen zugeordnet sind, und sorgt unter Vorgabe einer Masterachse als Referenz für die Synchronität aller Achsen (siehe Grafik Seite 24). Die Kommunikation erfolgt in Echtzeit über EtherCAT bis in die Antriebe.

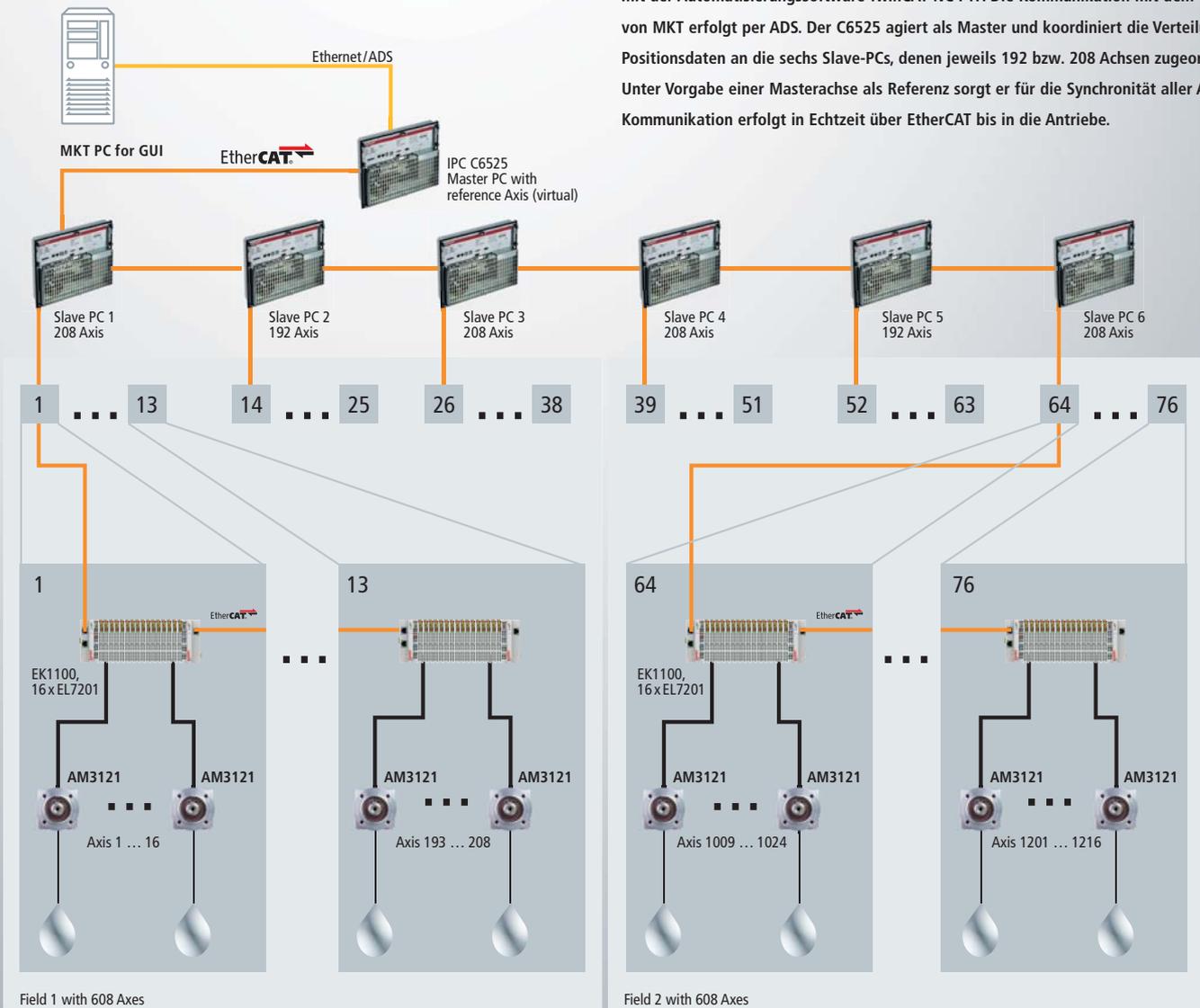
Der GUI-Rechner von MKT dient zur Visualisierung, beinhaltet aber auch die Show in Form einer Tabelle, welche pro Tropfen, in Zeitabständen von 200 ms, Positionsdaten hinterlegt hat. Dies entspricht fünf Bildern pro Sekunde. Eine vom menschlichen Auge wahrnehmbare fließende, ruckfreie Bewegung entsteht erst durch die Interpolation in TwinCAT NC PTP. Hier werden jeweils 100 Zwischenpositionen pro Tropfen unter Verwendung eines Spline-Algorithmus in einer 2-ms-NC-Task berechnet. Diese Berechnungen erfolgen auf jedem Slave-PC für die ihm zugeordneten lokalen Achsen.

Die künstlerische Intention, die synchron bewegten Tropfen wie eine Art 3-D-Film ablaufen zu lassen, ist nur durch die Nutzung von EtherCAT und TwinCAT NC PTP möglich. Während der Master alle Achsen synchron zueinander hält, berechnen die Slave-PCs alle 2 ms die Positionen der ihnen zugeordneten Achsen und kommunizieren sie über EtherCAT in Echtzeit an die Servoantriebe.





Die zentrale Steuerung der 1.216 Achsen übernimmt ein Beckhoff Industrie-PC des Typs C6525 mit der Automatisierungssoftware TwinCAT NC PTP. Die Kommunikation mit dem GUI-Rechner von MKT erfolgt per ADS. Der C6525 agiert als Master und koordiniert die Verteilung der Positionsdaten an die sechs Slave-PCs, denen jeweils 192 bzw. 208 Achsen zugeordnet sind. Unter Vorgabe einer Masterachse als Referenz sorgt er für die Synchronität aller Achsen. Die Kommunikation erfolgt in Echtzeit über EtherCAT bis in die Antriebe.



Field 1 with 608 Axes

Field 2 with 608 Axes

Eine besondere Herausforderung war nicht zuletzt der Einbau der 30 Tonnen schweren, komplett fertig gestellten Installation in die gegebenen Baulichkeiten.

Kompakter Servodrive in 12-mm-Klemme

Die Verfahrengenauigkeit der einzelnen Achsen ist äußerst präzise und liegt bei einer Gesamtlänge von 7,6 m bei 1 mm. Der maximale Versatz zwischen zwei Tropfen beträgt 0,25 mm. Jeder Tropfen wird über eine EtherCAT-Servomotoriklemme EL7201 und einen Servomotor des Typs AM3121 angesteuert. „Mit den Servoklemmen, die sich nahtlos in den EtherCAT-Klemmenstrang einreihen, haben wir eine äußerst kompakte Lösung gefunden, die den baulichen Voraussetzungen, mit begrenztem Einbauraum in der Decke des Gebäudes, perfekt entspricht“, betont Peter Haschkamp. Die Servoantriebstechnik bietet außerdem Dynamikvorteile und erlaubt fließende Übergänge.

Modularität der Steuerung vereinfacht die Inbetriebnahme

„Wichtig war für uns auch die Modularität der Steuerungslösung und die Tatsache, dass eine einzelne Achse ohne Adressierung getauscht werden kann. Das ermöglichte zum Beispiel eine Teilinbetriebnahme, d. h. wir konnten parallel an Software, Hardware und Mechanik arbeiten, wodurch wir den engen Zeitrahmen, den wir für dieses Projekt hatten, einhalten konnten“, hebt Peter Haschkamp hervor. Mit TwinCAT NC PTP ist es außerdem möglich, die ganze Show zu „joggen“, d. h. man kann wie bei einem Film vor- und zurückspulen. Das hat die Inbetriebnahme für MKT ebenfalls sehr vereinfacht. Wenn eine einzelne Passage des Ablaufs noch nicht zu 100 Prozent zufriedenstellend war, konnten die Ingenieure von MKT diese immer wiederholen. Ein großer Vorteil, wie Peter Haschkamp betont: „Bei anderen Lösungen ist dies nicht möglich, sondern man ist gezwungen, die Show immer wieder von Beginn an bis an die gewünschte Position laufen zu lassen, was sehr zeitintensiv ist.“

Im Unterschied zu vergleichbaren kinetischen Skulpturen, die MKT in der Vergangenheit über dezentrale Hardwaresteuerungen realisiert hat, wird »Kinetic Rain« über einen zentralen PC und Software gesteuert und durch EtherCAT übertragen. Die Kurvenscheiben-Funktion, die bei früheren Steuerungslösungen von MKT lokal im Antriebsverstärker untergebracht war, wird jetzt von der Software ausgeführt. So können die Positionsdaten zentral verwaltet und über EtherCAT in Echtzeit an die Achsen verteilt werden.

Wichtig bei der Entscheidung für Beckhoff als Partner war für MKT auch die globale Aufstellung des Unternehmens. So konnte Beckhoff das Projekt nicht nur durch Experten aus der Unternehmenszentrale in Verl/Deutschland begleiten und unterstützen. Auch beim Endkunden vor Ort ist Support und Service durch die Beckhoff-Niederlassung Singapur gewährleistet.

MKT AG

Seit über 30 Jahren konzipiert, entwickelt und realisiert die in Olching, Deutschland, ansässige MKT AG einzigartige Exponate und kinetische Installationen für Messen, Events, Museen und Showrooms. Renommierte Industrie- und Dienstleistungsunternehmen gehören ebenso zu den Auftraggebern, wie Kunst- und Kultureinrichtungen. MKT setzt auf modernste Technologien, Interaktion und stringentes Design.

Peter Haschkamp und Axel Haschkamp (rechts) sind im Vorstand der MKT AG Fine Exhibition Engineering



ART+COM

Die ART+COM AG, mit Sitz in Berlin, Deutschland, beschreitet neue Wege in der Gestaltung von Räumen. In Zusammenarbeit von Mediengestalten, Medienkünstlern, IT-Entwicklern, Technologen, Programmierern, Kommunikations- und Produktgestaltern, Wissenschaftlern, Ingenieuren und Projektmanagern werden die gestalterischen und technologischen Möglichkeiten des Mediums Computer erforscht und praktisch in künstlerischen Installationen umgesetzt. Im Zuge der Renovierung von Terminal 1 des Flughafens Singapur wurde ART+COM von der Changi Airport Group Singapore mit der Gestaltung einer raumgreifenden Installation beauftragt. Ziel war es, ein identitätsstiftendes und kontemplatives Moment für die Abflughalle zu entwickeln, das im Kontrast zur hektischen Reiseatmosphäre steht.

weitere Infos unter:

www.changiairportgroup.com

www.mkt-ag.de

www.artcom.de