



Bild 1: Weltgrößtes Radioteleskop mit 7300t für verschiedenste wissenschaftliche Projekte

## Schnittstelle zum Weltall

Eigentlich ist der international präsenzte Spezialist für Systemautomation Hilscher eher im Bereich der industriellen Prozess- und Fabrikautomation zu Hause. Doch auch an anderen Orten gilt es, Prozesse zu steuern und Antriebe zu regeln. Z.B. am größten Radioteleskop der Welt, das der astronomischen Wissenschaft tiefe Einblicke in das Weltall gewährt.

Wenn es darum geht, in die unendlichen Weiten des Weltraums vorzustoßen, sind Radioteleskope das entscheidende Instrumentarium. Es gibt nur relativ wenige davon auf der Welt und sie werden täglich für die unterschiedlichsten Forschungsprojekte genutzt. Das derzeit Größte unter den Radioteleskopen wiegt gewaltige 7.300t. Es ruht auf vier Fahrgestellen, die auf einem Schienenring mit einem Durchmesser von 64m laufen. Auf diese Weise wird die horizontale Ausrichtung (Azimuth) des Teleskops im Bereich von  $\pm 270^\circ$  realisiert. Die vertikale Ausrichtung (Elevation) der Parabolantenne erfolgt über ein massives Zentralrad, das eine Verstellung im Bereich von  $5^\circ$  ermöglicht.

### Präzisionsantrieb im Großformat

Jedes der vier Fahrgestelle besteht aus vier Rädern, wobei jede Antriebsachse

mit einem Antriebsmotor samt Bremse und Tachometer ausgestattet ist. Ein Differenzialgetriebe verhindert dabei jegliches mechanische Spiel zwischen dem inneren und äußeren Schienenring. Bisher besaßen die Motoren analoge Antriebe mit Frequenzschleifen-Schaltung, die auf die digitalen Freigabe- und Sperrbefehle einer SPS reagierten. Das Tachometer jedes Motors lieferte die dafür erforderlichen Frequenz-Rückmeldungen. Das Anfahren einer bestimmten Position erfolgte über einen Servorechner, der die Positionsschleife enthielt. Er kommunizierte direkt mit dem Achspositionsgeber und erzeugte analoge Frequenzbefehle für die Antriebssteuerung. Zur horizontalen Bewegung des Aufbaus ist das Zentralrad des Teleskops mit acht Motoren ausgestattet, die jeweils ein voreingestelltes Drehmoment besitzen. Auch hier kam bisher dieselbe Antriebstechnik zum Ein-

satz, um eine genaue Elevation des Teleskops zu erreichen.

### Astronomie verlangt Präzision

Um den immer weiter in die Tiefe gehenden Forscherdrang befriedigen zu können, werden derzeit nicht nur neue Radioteleskope gebaut. Es wird auch kontinuierlich an der Weiterentwicklung der vorhandenen Teleskope gearbeitet. Auch das größte Teleskop seiner Art verlangt nach einer technischen Aktualisierung, um es sowohl im Bereich der Elevations- als auch der Azimuth-Ausrichtung noch präziser zu machen. Der Schlüssel dazu war eine weitgehend digitale Ansteuerung der verschiedenen Fahrgestell-Antriebe für beide Achsen. Dadurch sollte eine noch gezieltere Positionierung des Teleskops möglich werden, um bei Frequenzen bis zu 110GHz Himmelskörper noch besser verfolgen zu können.

## Neue digitale Antriebssteuerung

Die Modernisierung des Antriebskonzepts sollte unter der Voraussetzung erfolgen, dass die vorhandenen Motoren, Bremsen und Antriebe übernommen werden. Ein Austausch dieser Komponenten wäre einfach zu aufwendig gewesen. Ausgetauscht wurde daher vor allem die analoge Frequenzschleife. Sie wurde durch eine digitale Frequenzschleife ersetzt, die im zentralen Servorechner läuft. Darüber hinaus wurde die gesamte Kommunikation zwischen Steuerung und Antriebssystem auf Ethernet umgestellt, wobei bewusst das Ethercat-Protokoll verwendet wird, das sich durch hervorragende Eigenschaften für schnelle Echtzeit-Anwendungen auszeichnet. Auch die Antriebsinformationen für die Motoren werden seit der Umstellung über Ethernet übertragen und in speziellen Elektronikmodulen direkt an den Antrieben in die entsprechende analoge Funktion umgesetzt. Bei dem Zentralrechner

handelt es sich um ein Linux-System, das in Echtzeit arbeitet und in Verbindung mit der neuen Steuerung erheblich mehr Antriebs- und Motorinformationen verarbeiten kann. Zusammen mit der Echtzeit-Kommunikation mithilfe des auf Ethernet aufsetzenden Protokolls Ethercat wurden damit die entscheidenden Systemvoraussetzungen geschaffen, um eine deutlich präzisere Ansteuerung und damit Positionierung des Teleskops zu erreichen.

## An den Schnittstellen der Präzision

Das digitale Kommunikationskonzept des neuen Teleskop-Antriebs verlangte die Verkettung von 16 Antrieben und des Positionsgebers zu einem homogenen Echtzeit-Netzwerk. Der Betreiber des Teleskops setzte dabei auf Hilscher und nutzte damit die Kompetenz eines internationalen Unternehmens, das in der Netzwerktechnik zu Hause ist und sich u.a. auf die schnelle Kommunikation von Prozessdaten spezialisiert hat.

Hilscher ergänzte den Zentralrechner durch eine spezielle Ethernet-Controllerkarte vom Typ CFX 80-RE, die mit dem Multiprotokoll-Chip netX ausgestattet ist, auf dem das Echtzeit-Ethernet-Protokoll ausgeführt wird. Damit ermöglicht die Karte eine extrem schnelle Echtzeit-Kommunikation mit den einzelnen Antrieben. Um eine durchgängig transparente Kommunikation zu erreichen, wurden sämtliche Antriebe des Teleskops mit den intelligenten Echtzeit-Ethernet-Modulen COMX von Hilscher versehen. Diese High-end-Netzwerkmodule basieren ebenfalls auf dem Multiprotokoll-Chip netX und sind speziell auf die schnelle Echtzeit-Kommunikation mit Protokollen wie Ethercat, EtherNet/IP, Powerlink, Modbus IDA, Profinet und Sercos-III ausgelegt. Dabei übernehmen die COMX-Module alle erforderlichen Kommunikationsaufgaben unabhängig vom Haupt-Prozessor des Antriebs. Die integrierte Hub- und Switch-Funktionalität ermöglicht die bevorzugte Lini-



Bild 2: Antrieb, welcher das Radioteleskop mit einer Genauigkeit von 5° steuert

enstruktur. Der Datenaustausch mit der Applikation erfolgt über eine einfach zu handhabende Dual-Port-Memory Schnittstelle.

### Implementation ohne Unterbrechung

Der Auftraggeber war an einer möglichst störungsfreien Umstellung der Antriebssteuerung des Radioteleskops interessiert, bei der die laufenden Forschungsarbeiten nicht beeinträchtigt werden durften. Um dies zu erreichen, wurden parallel zur Installation der erforderlichen Infrastruktur-Komponenten für die digitale Antriebssteuerung des Teleskops zahlreiche Simulationstests des neuen Systems gefahren. Dafür wurden neben eigens neu entwickelten Softwaremodulen auch original Hardware-Komponenten wie Schnittstellenkarten und Module eingesetzt, um das Zusammenspiel aller Komponenten unter realitätsnahen Bedingungen durchzutesten. In einer zweiten Implementierungsphase wurde die Zeit der Wartung des Teleskops am Tage dazu genutzt, um zunächst versuchsweise auf die neue Steuerung

umzuschalten und ihre Funktionalität unter realistischen Bedingungen zu testen. Erst nachdem auch diese Tests erfolgreich abgeschlossen waren, ging das System live. Der Betreiber zeigte sich äußerst zufrieden mit der verbesserten Performance seines größten Radioteleskops. Auch den Astronomen aus aller Welt, die hier ihre Himmelsbeobachtungen betreiben, wurde schnell bewusst, dass sie plötzlich ein Instrument zur Hand hatten, das sich deutlich präziser auf die Geschehnisse im All ausrichten lässt und damit ein vielleicht entscheidendes Stück zu neuen Erkenntnissen über unser Planetensystem beiträgt.

### Nächster Schritt bereits in Vorbereitung

Ein Radioteleskop funktioniert im Prinzip genauso wie eine Satelliten-Antenne, wie sie jeder von uns kennt. Ein großer Parabolspiegel projiziert die empfangenen Radiowellen auf eine Antenne – das sogenannte Feed – die sich in seinem Brennpunkt befindet, und macht damit selbst Signale mit geringster Feldstärke zu einem verwert-

baren Nutzsignal. Nur dass hier alles weitaus größer dimensioniert, präziser und empfindlicher ist. Für das weltweit größte Radioteleskop ist der Modernisierungsprozess noch nicht zu Ende. Nach den positiven Erfahrungen mit den Antrieben zur Elevations- und Azimuth-Einstellung des Teleskops sind als Nächstes der exzentrische Feedarm und dessen Hilfsreflektor dran. Auch hier soll eine ähnliche Technologie eingesetzt werden, um die Präzision des Positioniersystems zu verbessern. Der deutsche Spezialist für Systemautomation, Hilscher, wird wieder dabei sein, denn seine extrem kompakten Module passen genau zu dieser Aufgabenstellung an der Schnittstelle zwischen Erde und Weltall. ■

[www.hilscher.com](http://www.hilscher.com)



Autor: Christof Hunger, Produktmanager, Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH