

PC-based Control im Einsatz bei Groß-Teleskopen und Instrumenten der Europäischen Südsternwarte

Hochpräzise Beobachtung des Sternentanzes um ein supermassereiches schwarzes Loch

© ESO/B. Tafreshi

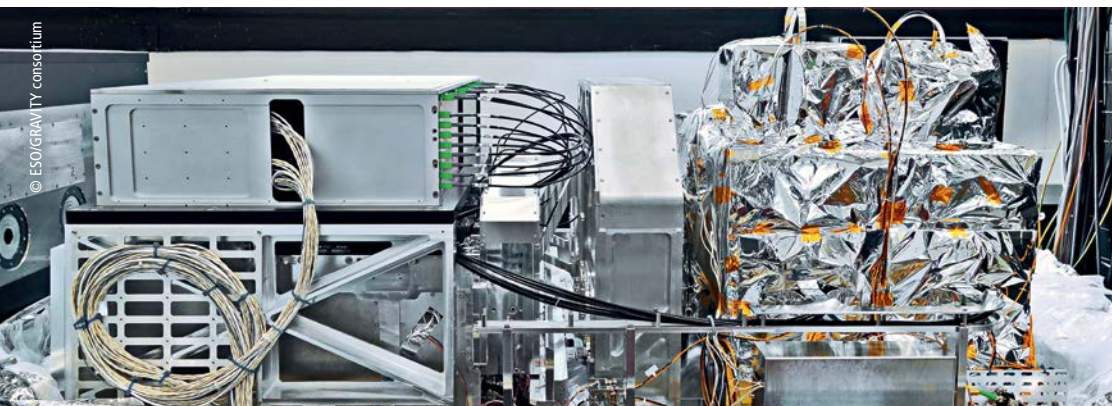
Beobachtungen mit dem Very Large Telescope (VLT) der ESO haben 2020 erstmals gezeigt, dass sich ein Stern, der das supermassereiche Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße umkreist, genauso bewegt, wie es die Allgemeine Relativitätstheorie von Albert Einstein vorhersagt. Ermöglicht wurde dieses lang ersehnte Ergebnis durch hochpräzise Messungen, zu denen – wie auch bei anderen Experimenten – die PC-basierte Steuerungstechnik von Beckhoff ihren Teil beigetragen hat.

Die Europäische Südsternwarte (European Southern Observatory, ESO), Hauptsitz in Garching, ist die führende europäische Organisation für astronomische Forschung und das wissenschaftlich produktivste Observatorium der Welt. Sie führt ein ehrgeiziges Programm durch, das sich auf Planung, Bau und Betrieb von leistungsfähigen und bodengebundenen astronomischen Beobachtungseinrichtungen konzentriert. Die ESO verfügt über drei Beobachtungsstandorte in Chile: La Silla, Paranal und Chajnantor. Auf dem Paranal werden derzeit das VLT, das VLT Interferometer sowie die beiden Durchmusterungsteleskope Vista und VLT Survey Telescope betrieben. Auf dem Cerro Armazones unweit des Paranal errichtet die ESO zudem das Extremely Large Telescope (ELT), das mit 39 m Durchmesser voraussichtlich im Jahr 2025 als weltweit größtes optisches Teleskop in Betrieb gehen wird.

Schwarzes Loch im Zentrum der Milchstraße

Die Allgemeine Relativitätstheorie sagt voraus, dass gravitativ gebundene Bahnen von Himmelskörpern nicht wie in der Newtonschen Gravitation geschlossen sind, sondern dass die Bahnellipse selbst eine Rotation in Bewegungsrichtung um den anziehenden Körper herum erfährt. Dieser „Sternentanz“-Effekt wurde 2020 bei der Bewegung eines Sterns nachgewiesen, der die kompakte Radioquelle Sagittarius A* im Zentrum der Milchstraße umkreist. Dies belegt auch, dass es sich dabei um ein supermassereiches schwarzes Loch mit der 4-millionenfachen Masse der Sonne handeln muss. Die sogenannte Schwarzschild-Präzession war noch nie zuvor für einen Stern um ein supermassereiches Schwarzes Loch gemessen worden. Dieses Ergebnis ist der Höhepunkt von 27 Jahren Beobachtungen dieses Sterns mit einer Vielzahl von Instrumenten, die zum größten Teil am VLT in der Atacama-

© ESO/GRAVITY consortium



Gravity ist ein Instrument der zweiten Generation für das VLT Interferometer und wird die Messung der Positionen und Bewegungen von astronomischen Objekten auf weit aus kleineren Skalen ermöglichen, als es derzeit möglich ist.



Panoramaaufnahme des Very Large Telescope (VLT) der ESO auf dem Cerro Paranal in Chile

Wüste in Chile eingesetzt wurden. Die Anzahl der Datenpunkte, die die Position und Geschwindigkeit des Sterns markieren, zeugt von der Genauigkeit der neuen Forschung: Es wurden u. a. mit dem Instrument Gravity insgesamt über 330 Messungen durchgeführt. Da der Stern Jahre benötigt, um das schwarze Loch zu umkreisen, musste er fast drei Jahrzehnte lang verfolgt werden, bis sich die Feinheiten seiner Bahnbewegung entschlüsseln ließen.

PC-based Control bei Upgrades und neuen Instrumenten

Das VLT nutzt aufgrund seiner langen Betriebszeit zwar zum größten Teil ältere Steuerungstechnik, PC-based Control von Beckhoff kommt allerdings bereits in einigen jüngeren Upgrades zum Einsatz. Ein Beispiel ist die Modernisierung des UT Coudé Train, über den das Sternenlicht der jeweiligen Einzelteleskope zu den Frontend-Einheiten, Spektrografen und Detektoren weitergeleitet wird. Dazu erläutert Mario Kiekebusch, Head of Instrument Control Software Group der ESO: „Die Beckhoff-Technik wird mittlerweile in vielen Systemen an der Sternwarte eingesetzt, hauptsächlich in astronomischen Instrumenten der zweiten und dritten Generation. Das erste Instrument, das komplett mit Beckhoff-Steuerungen realisiert wurde, ist der Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations (Espresso). Mit ihm kann durch die Erfassung minimaler Veränderungen in den Lichteigenschaften von Sternen mit noch nie dagewesener Präzision nach Exoplaneten gesucht werden. Zudem lässt sich erstmals das Licht aller vier VLT-Teleskope zusammenfassen und so die Lichtsammelleistung eines 16-m-Teleskops erreichen.“

Gravity, mit dem bereits die Existenz eines schwarzen Lochs in unserer Galaxie bestätigt werden konnte, ist laut Mario Kiekebusch ein weiteres sehr wichtiges Instrument, das Beckhoff-Steuerungen nutzt. Es dient dazu, das Licht aller vier 8-m-Teleskope des VLT zu einem Super-Teleskop mit der Auflösung einer 130 m durchmessenden Ausführung zu kombinieren. Je Instrument setzt man durchschnittlich vier Steuerungen ein, hauptsächlich Embedded-PCs der Serie CX20xx.

Als Steuerungssoftware dient TwinCAT 3, in der Regel mit den Runtime-Basis-Komponenten TwinCAT 3 PLC/NC PTP 10 (TC1250) und TwinCAT 3 C++ (TC1300) sowie der TwinCAT 3 Function OPC UA (TF6100).

Je Embedded-PC als PLC kommen durchschnittlich zehn EtherCAT-Klemmen zum Einsatz. Am gebräuchlichsten sind nach Aussage von Mario Kiekebusch digitale und analoge Ein- und Ausgangsklemmen ES2xxx und ES3xxx sowie Kommunikations-Interfaces wie z. B. die serielle Schnittstelle EL6002. Dazu kommen als Stepper- und DC-Motion-Controller die Schrittmotorklemme EL7041 mit externer Encoderklemme EL5152 bzw. die DC-Motorklemme EL7342 mit dem Inkremental-Encoder-Interface EL5101. Beim zukünftigen ELT sind außerdem rund 560 4-Kanal-Digital-Ausgangsklemmen EL2044 mit erweiterter Diagnose vorgesehen.



Oben: Mit dem am VLT installierten Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations (Espresso) lässt sich mit bislang unerreichter Präzision nach Exoplaneten suchen.

weitere Infos unter:

www.eso.org

www.beckhoff.com/embedded-pc

www.beckhoff.com/twincat3

www.beckhoff.com/ethercat-klemmen