

te Wineland ein Quantengatter experimentell realisieren, das auf den Vorschlag von Ignacio Cirac und Peter Zoller zurückgeht. Dazu nutzte er die Verschränkung zwischen den elektronischen Zuständen und denen der Schwerpunktbewegung eines gespeicherten Ions. Das war der Durchbruch für die Quanteninformationsverarbeitung, die bis zu diesem Zeitpunkt reine Theorie gewesen war.

Eine mögliche Anwendung

der Quantengatter ist der vielbeschworene Quantencomputer, der auf Quantenbits basiert, die entgegen einem klassischen Bit 0 und 1 zugleich sein können. David Wineland und seine Gruppe konnten Quantenoperationen mit zwei Quantenbits ausführen. Bis zu einem funktionierenden Quantencomputer ist es allerdings noch ein sehr weiter Weg. Nicht mehr weit ist es für die beiden diesjährigen Nobelpreisträger dagegen

bis zum 10. Dezember.^{#)} An diesem Tag, dem Todestag Alfred Nobels, werden sie aus den Händen des schwedischen Königs die goldene Medaille erhalten – die Würdigung dafür, dass sie die ersten waren, die einzelne Partikel wahrlich meisterlich manipulieren konnten. Nur ein paar Jahre früher wäre vielleicht auch einem deutschen Physiker als Drittem im Bunde diese Ehre zuteil geworden ...

Maike Pfalz

#) Das Web-Dossier zum Nobelpreis bündelt die Artikel aus dem Physik Journal über die Preisträger der vergangenen zehn Jahre: www.prophysik.de/phy/physik/dossier.html?qid=1417689

■ Die Zukunft der Astronomie

Vor 50 Jahren wurde das European Southern Observatory ESO gegründet.

Der 5. Oktober 1962 war ein besonderer Tag: In England erschien die erste Single der Beatles mit dem Song Love Me Do, außerdem feierte Dr. No Weltpremiere, der erste Film mit dem Agenten James Bond. Für Astronomen gibt es jedoch einen gewichtigeren Grund, diesen Tag zu feiern: In Paris unterzeichneten an jenem Freitag Vertreter von Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande und Schweden den Vertrag zur Gründung des European Southern Observatory.^{*)} Zur Feier dieses Geburtstags hatte die ESO am 11. Oktober zu einem Galadinner in den Kaisersaal der Münchner Residenz geladen, an dem zahlreiche Minister und Botschafter der Mitgliedsländer sowie der Nobelpreisträger für Physik von 2011, Brian P. Schmidt, teilnahmen. „Fünfzig Jahre später haben sich die ursprünglichen Hoffnungen der fünf Gründungsmitglieder nicht nur bewahrt, sondern wurden weit übertroffen“, sagte Tim de Zeeuw, der Generaldirektor der ESO. „Die ESO hat die ihr gestellte Herausforderung, die größten und leistungsfähigsten bodengebundenen Teleskope der Welt zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben, bravourös gemeistert.“

Nach dem Zweiten Weltkrieg waren die europäischen Astronomen ins Hintertreffen geraten, standen ihnen doch keine großen Teleskope zur Verfügung wie den amerikanischen Kollegen. Eine



ESO / G. Hüdepohl

Das Very Large Telescope am Paranal in Chile besteht aus vier 8-Meter-Teleskopen sowie kleineren Hilfsteleskopen. Sei-

ne adaptive Optik ermöglicht es, atmosphärische Störungen quasi instantan zu korrigieren.

Handvoll Enthusiasten diskutierte daher 1953 erstmals die Idee eines gemeinsamen europäischen Observatoriums, darunter der Niederländer Jan Hendrik Oort, der Jahre zuvor gezeigt hatte, dass die Milchstraße rotiert und ihr Zentrum sich 30 000 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Schütze (Sagittarius) befindet. Da sich das Zentrum ebenso wie z. B. die Magellanschen Wolken nur auf der Südhalbkugel beobachten lassen und die Teleskope der amerikanischen Konkurrenz auf der Nordhalbkugel standen, war von Anfang an klar, dass das europäische Observatorium im Süden entstehen sollte. Fast zehn Jahre dauerte es noch bis zur Unterzeichnung des Gründungsvertrags.

Nach ausgiebiger Suche war ein weiteres Jahr später auch ein Standort gefunden: ein 2400 Meter hoher Berg in der trockenen Bergregion der chilenischen Atacama-Wüste, 600 Kilometer nördlich von Santiago. An diesem ersten Standort La Silla entstanden bis Ende der 1980er-Jahre ein Dutzend Teleskope, darunter das weltweit erste Teleskop mit aktiver Optik, das New Technology Telescope. Dabei ist der Hauptspiegel flexibel, und seine Form wird durch Aktuatoren ständig korrigiert, um die bestmögliche Bildqualität zu erzielen.

Zu den spektakulärsten Erfolgen dieser Teleskope gehört die Arbeit von zwei Astronomenteams, die in den 1990er-Jahren durch die Beo-

*) Verweise auf weiterführende Artikel über die ESO und ihre Instrumente finden sich in der Online-Meldung auf www.physik-journal.de (Kurzlink: <http://bit.ly/Tca0Q1>), vgl. auch die Buchhinweise auf S. 62.

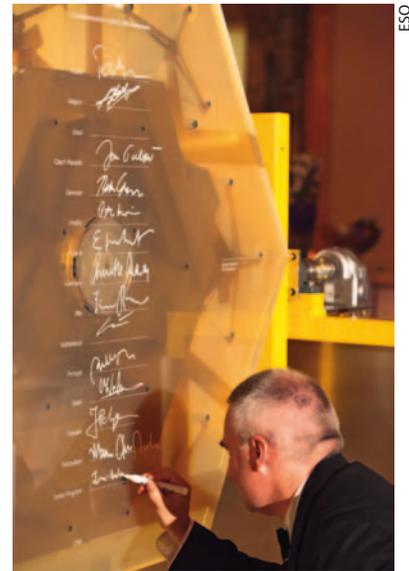
bachtung von Typ Ia-Supernovae gezeigt haben, dass sich das Universum beschleunigt ausdehnt – dafür erhielt Brian P. Schmidt gemeinsam mit Saul Perlmutter und Adam G. Riess den Nobelpreis. Ebenso aufregend sind die Beobachtungen des galaktischen Zentrums, in dem sich die kompakte Radioquelle SgrA* befindet. Die ab 1999 mit dem Very Large Telescope (VLT) fortgeführten Beobachtungen zeigen Sterne, die das Zentrum der Milchstraße innerhalb weniger Jahre auf Kepler-Bahnen umkreisen – die einzige Erklärung hierfür ist, dass SagittariusA* ein Schwarzes Loch von etwa drei Millionen Sonnenmassen sein muss. Reinhard Genzel vom MPI für Extraterrestrische Physik in Garching, der diese Beobachtungen initiiert und geleitet hat, wurde dafür in den vergangenen Jahren mehrfach ausgezeichnet, zuletzt im Frühjahr mit dem Crafoord-Preis der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften.

Das VLT besteht aus vier Acht-Meter-Teleskopen sowie kleineren Hilfsteleskopen und befindet sich am zweiten ESO-Standort in Chile, rund 600 Kilometer nördlich von La Silla auf dem Paranal. Die Teleskope erlauben Beobachtungen zwischen 300 nm und 24 μm , wobei es die adaptive Optik ermöglicht, durch die Atmosphäre verzerrte Lichtfronten quasi instantan zu korrigieren. Zudem lassen sich die Einzelteleskope interferometrisch zu einem

virtuellen 200-Meter-Teleskop zusammenschalten, das von der Erde aus die Scheinwerfer eines Autos auf dem Mond trennen könnte. Doch ebenso wichtig wie die Teleskope selbst sind auch die Instrumente, mit denen das Sternenlicht analysiert wird. Die Astronomen selbst haben zum Beispiel Spektrometer entwickelt, mit eingeworbenem Geld. Im Gegenzug garantiert ihnen die ESO Beobachtungszeit, ohne das normale Begutachtungsverfahren durchlaufen zu müssen. „Das war unser Erfolgsgeheimnis“, erläutert Genzel, „denn im normalen Peer Review bekommen Sie nie hundert VLT-Nächte für ein großes Programm.“ Durch diesen Anreiz sei die europäische Community, die Instrumente für die Astrophysik entwickelt, inzwischen unschlagbar.

Angesichts der hervorragenden Forschungsmöglichkeiten überrascht es nicht, dass die Nachfrage sehr hoch ist und viele Astronomen leer ausgehen: Bis zu sechsmal so viele Nächte wären je nach Teleskop und Instrument nötig, wollte die ESO alle 2000 Anträge pro Jahr bewilligen. Im vergangenen Jahr haben die ESO-Teleskope Daten für fast 800 Veröffentlichungen geliefert – damit ist die ESO das mit Abstand produktivste erdgebundene Observatorium.

Damit das auch in Zukunft so bleibt, plant die ESO derzeit sogar ein „Extremely Large Telescope“: Das European ELT (E-ELT) wird mit einem Spiegeldurchmesser



Bei der festlichen Galaveranstaltung im Kaisersaal der Münchner Residenz unterschrieben die Vertreter der ESO-Mitgliedsstaaten und aus Chile den Prototyp eines Spiegelsegments des E-ELT.

von 39 Metern das weltweit größte optische Teleskop sein und es z. B. ermöglichen, Doppler-Verschiebungen von Spektrallinien eines fernen Sterns so präzise zu messen, dass sich ein erdähnlicher Planet in dessen bewohnbarer Zone nachweisen lässt. Als Standort hat die ESO bereits vor zwei Jahren den Cerro Armazones in Sichtweite des VLT ausgewählt. Im vergangenen Sommer haben sich sechs der inzwischen vierzehn ESO-Mitgliedsstaaten, darunter Deutschland, für den formalen Start des rund eine Milliarde Euro teuren E-ELT ausgesprochen, weitere vier Länder haben unter Vorbehalt zugestimmt. „Wir haben die klare Vorgabe, dass wir mit dem Bau erst anfangen können, wenn 90 Prozent der Finanzierung stehen“, sagt Bruno Leibundgut, wissenschaftlicher ESO-Direktor. „Im Dezember wissen wir mehr“, ist er überzeugt, denn bis zur nächsten Sitzung des ESO-Rats müssen sich die vier Länder entscheiden. Zudem steht die Aufnahme von Brasilien als 15. Mitgliedsland an. „Außereuropäische Länder, die ihren Beitrag leisten wollen, sind willkommen in der ESO“, unterstreicht Leibundgut.

Während sich die Astronomen sicher noch ein Jahrzehnt gedulden müssen, bevor sie mit dem E-ELT Exoplaneten oder andere

KURZGEFASST

■ Gerhard Ertl Center gegründet

Am 8. Oktober wurde an der TU Berlin das Gerhard Ertl Center des Berlin-Brandenburger Exzellenzclusters „Unifying Concepts in Catalysis“ gegründet. Das Center wird ein Ort für ausgezeichnete Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, für Strategietreffen und ein Heim für die Graduiertenschule des Clusters und Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Katalyse sein.

■ Gebündelte Unikompetenz

Künftig werden 15 große forschungsorientierte Universitäten in Deutschland ihre strategischen Interessen gemeinsam vertreten. Die beteiligten Universitäten wollen dadurch die Bedingungen für Spitzenforschung, for-

schungsgeleitete Lehre und den wissenschaftlichen Nachwuchs fördern. Mit Blick auf die Hochschulfinanzierung treten die „U15“ dafür ein, dass Bund und Länder künftig gemeinsam nicht nur einzelne Vorhaben, sondern auch Forschung und Lehre an Hochschulen dauerhaft fördern können.

■ Gut gerankt

Im internationalen Forschungsranking der National Taiwan University liegt in der Physik die University of California, Berkeley, vorne. Beste deutsche Universität ist auf Rang 48 das Karlsruher Institut für Technologie, gefolgt von der LMU München auf Rang 49. Unter den besten 100 finden sich auch die Uni Heidelberg (72) und die TU München (73).



ESO / S. Gillessen et al.

Diese Aufnahme im nahen Infrarot des NACO-Instruments am VLT der ESO zeigt das Zentrum unserer Milchstraße.

Objekte suchen können, nähert sich ein anderes Großprojekt seiner Fertigstellung: das Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, ALMA. Gemeinsam mit den USA und Japan baut die ESO dieses weltgrößte Observatorium, das den Südhimmel bei deutlich größeren Wellenlängen zwischen 0,32 und 3,6 Millimeter beobachten soll. Bei diesen Wellenlängen lassen sich zum Beispiel die frühen Stadien der Stern- und Planetenentstehung oder die frühesten Galaxien beobachten. Da die Atmosphäre diese Strahlung absorbiert, befindet sich ALMA auf über 5000 Meter Höhe in der nordchilenischen Chajnantor-Ebene. Insgesamt 66 Antennen mit einem Durchmesser von zwölf oder sieben Metern werden in va-

riablen Anordnungen mit Abständen von bis zu 16 Kilometern ein Interferometer bilden. ALMA soll im März 2013 offiziell eingeweiht werden, aber bereits jetzt sorgen die im vergangenen Jahr mit einem Teil der Antennen begonnenen Beobachtungen für Aufsehen.

ALMA sowie die weit fortgeschrittene Planung des E-ELT zeigen die herausragende Fähigkeit der ESO, solche komplexen Projekte erfolgreich zu planen und umzusetzen. Brian Schmidt sieht daher nicht nur eine strahlende Zukunft für die ESO voraus, sondern zeigte sich in München sogar überzeugt davon, dass die ESO „die Zukunft der Astronomie ist.“

Stefan Jorda

■ DESY ehrt Max von Laue

Die Experimentierhalle der Röntgenlichtquelle PETRA III wurde auf den Namen des Nobelpreisträgers getauft. In Hamburg soll ein neues Max-Planck-Institut zur Strukturforschung entstehen.

„Ihr Experiment gehört zum Schönsten, was die Physik erlebt hat“ – Diese Worte schrieb Albert Einstein an Max von Laue, nachdem dieser im April 1912 ein bahnbrechendes Experiment durchgeführt hatte. Im Keller der Münchner Universität hatte von Laue gemeinsam mit Walter Friedrich und Paul Knipping einen Kristall aus Kupfersulfat mit einem Röntgenstrahl beschossen und auf Fotoplatten hinter der Probe charakteristische Beugungsbilder aufgezeichnet. Damit war nicht nur die damals noch umstrittene Wellennatur der Röntgenstrahlen nachgewiesen, sondern auch die regelmäßige Anordnung der Atome in Kristallen. Das Experiment, für das von Laue 1914 den Physik-Nobelpreis erhielt, war zugleich der Startschuss zu einer Entwicklung, die bis heute anhält.

Mit immer leistungsfähigeren Röntgenquellen und Instrumenten ist es inzwischen möglich, die Kristallstruktur von komplexen Materialien aufzuklären, chemische Reaktionen zu „filmen“ oder die Funktion biologischer Nanoma-



Dirk Nölle / DESY

Angela Merkel, Helmut Dosch, Ada Yonath und Olaf Scholz (v. l.) taufen die

Experimentierhalle von PETRA III auf den Namen Max von Laue. schinen zu verstehen. Angesichts dieser Bedeutung hat das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg den 100. Geburtstag der Röntgenstrukturanalyse zum Anlass genommen, um die Experimentierhalle der weltweit brillantesten Röntgenlichtquelle PETRA III auf den Namen des Pioniers Max von Laue zu taufen. Taufpaten bei dem Festakt am 19. September waren Bundeskanzlerin

Experimentierhalle von PETRA III auf den Namen Max von Laue.

Angela Merkel, Hamburgs Erster Bürgermeister Olaf Scholz und die israelische Wissenschaftlerin Ada Yonath, die für die Strukturaufklärung des Ribosoms 2009 den Chemie-Nobelpreis erhalten hat.

In seiner Begrüßung betonte der Vorsitzende des DESY-Direktoriums Helmut Dosch, dass es ohne von Laues bahnbrechendes Experiment heute keine Hochleistungsmaterialien gäbe, keine maß-