

Energie zusammen 95 Prozent der Energiedichte im Universum aus. Seine Entdeckungen zeigen aber auch, dass dieses Verhältnis sich im Laufe der Entwicklung des Universums verändert: Beispielsweise spielte die Dunkle Energie zum Zeitpunkt der Entkopplung der kosmischen Hintergrundstrahlung noch keine Rolle.

Auf ganz andere Weise haben Michel Mayor und Didier Queloz unser Bild von der Erde im Universum revolutioniert. Mayor entdeckte zusammen mit seinem damaligen Mitarbeiter Queloz den ersten extrasolaren Planeten im Orbit um einen sonnenähnlichen Stern. Queloz war zwanzig Jahre später auch an der Entdeckung des ersten erdähnlichen Exoplaneten beteiligt.<sup>2)</sup>

1) Physik Journal-Dossier „Kosmologie“, [www.pro-physik.de/dossiers/kosmologie](http://www.pro-physik.de/dossiers/kosmologie)

2) Physik Journal, Februar 2012, S. 25

3) Physik Journal, Mai 2009, S. 49

Während fast drei Viertel der heute bekannten Exoplaneten mit der empfindlichen Transitmethode beispielsweise durch das Weltraumteleskop Kepler nachgewiesen wurden, nutzten Mayor und Queloz für ihre ausgezeichnete Entdeckung die Messung der Radialgeschwindigkeit des Sterns.<sup>3)</sup> Die Geschwindigkeit variiert etwas, weil sich der Stern durch den Planeten leicht um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegt. Der Doppler-Effekt führt dann dazu, dass sich diese Bewegung in einer alternierenden Blau- und Rotverschiebung im Spektrum des Sterns zeigt. Aus der Frequenz lässt sich die Umlaufdauer des Planeten ablesen und bei bekannter Bahnneigung und Masse des Sterns auch die Masse des Planeten bestimmen.

Der Planet Dimidium (51 Pegasi b), den Mayor und Queloz entdeckten, ist ein sogenannter heißer Jupiter: Er besitzt etwa die halbe Masse un-

seres Jupiters, umkreist seinen Mutterstern Helvetios (51 Pegasi) aber in nur 4,2 Tagen auf einer wenig exzentrischen Bahn in einem Abstand von nur fünf Prozent der Entfernung von Sonne und Erde. Bis zu seinem Nachweis ging man davon aus, dass alle Planetensysteme um sonnenähnliche Sterne ähnlich dem unseren aufgebaut wären. Heute, mehr als 4000 entdeckte Exoplaneten später, steht fest, dass die Vielfalt keine Grenzen kennt. Die Erklärung der Beobachtungen hilft auch dabei, die Entstehung und Entwicklung unseres Sonnensystems besser zu verstehen.

Mit dem Nobelpreis für Physik 2019 zeichnet die Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften drei Forscher aus, die jeder auf seine Weise dazu beigetragen haben, die Entwicklung des Universums und den Platz der Erde im Kosmos besser einzuordnen.

Kerstin Sonnabend

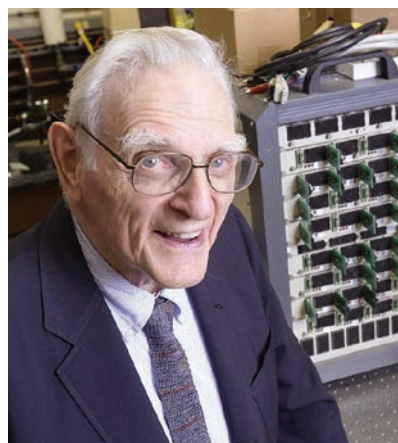
## Batterien zum Nutzen der Menschheit

Der diesjährige Nobelpreis für Chemie geht zu gleichen Teilen an John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham und Akira Yoshino für die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien.

Aus dem Alltag sind Lithium-Ionen-Batterien nicht wegzudenken: Die leichten, wiederaufladbaren und leistungsstarken Batterien finden sich in Smartphones oder Laptops und ermöglichen die Elektromobilität. Zudem sind sie in der Lage, Energie aus Photovoltaik oder Windkraft zu

speichern. Aus diesem Grund zeichnet der Chemie-Nobelpreis 2019 drei Forscher aus, die ganz im Sinne des Stifters Alfred Nobel der Menschheit den größten Nutzen gebracht haben. Jeweils ein Drittel des Preises geht an John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham und Akira Yoshino.

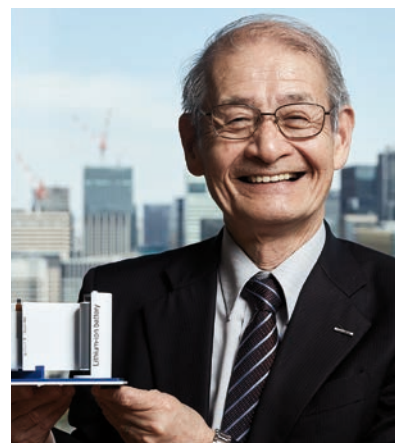
Den Grundstein für Lithium-Ionen-Batterien legte der britische Forscher M. Stanley Whittingham in den frühen 1970er-Jahren während der Ölkrise. Er wechselte von der Stanford University zu Exxon, wo er supraleitende Materialien wie Tantaldisulfid untersuchte, in die sich Ionen



University of Texas



Binghamton University



European Inventor Award

John B. Goodenough (links) wurde 1922 als Sohn amerikanischer Eltern in Jena geboren und war an der University of Texas in Austin tätig. M. Stanley Whittingham (Mitte) wurde 1941 in Großbritannien geboren und war Professor an der Binghamton University, State University of New York. Akira Yoshino (1948 in Japan geboren) war für die Asahi Kasei Corporation in Tokio tätig und als Professor an der Meijo University in Nagoya. In diesem Jahr wurde er bereits mit dem European Inventor Award geehrt.

einbauen lassen (interkalieren). Im Fokus seiner Arbeit stand die Frage, wie sich der Einbau von Ionen auf die Leitfähigkeit auswirkt. Kaliumionen beeinflussten diese stark und führten zu einer hohen Energiedichte. Als Whittingham eine Spannung von mehreren Volt messen konnte, konzentrierte er sich auf die Entwicklung einer Technologie zur Energiespeicherung. Da Tantal zu schwer war, ersetzte er es durch Titan und baute eine neuartige Kathode aus Titandisulfid. Für die Anode nutzte Whittingham Lithium, da es leicht Elektronen freisetzt. Damit lag die erste wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterie vor.

Allerdings war das metallische Lithium hochreaktiv und barg die Gefahr einer Explosion, woraufhin der Anode Aluminium zugesetzt wurde. Als Öl wieder günstiger wurde, gab Exxon die Forschung an den Batterien auf, und der US-amerikanische Forscher John B. Goodenough über-

nahm. Er ist mit 97 Jahren der bislang älteste Nobelpreisträger. Goodenough sagte vorher, dass ein Metalloxid ein höheres Potential besitzen würde als ein Metalldisulfid. In den 1980er-Jahren zeigte er, dass Kobaltoxid mit eingelagerten Lithiumionen 4 Volt – statt zuvor 2 Volt – ermöglichen würde.

Im Westen ließ mit den sinkenden Ölpreisen das Interesse an der Batterieforschung nach. Aber in Japan waren Elektronikfirmen auf der Suche nach leichten, wiederaufladbaren Batterien, die Videokameras, schnurlose Telefone oder Computer mit Energie versorgen könnten. Auf Basis von Goodenoughs Kathode stellte Akira Yoshino bei der Asahi Kasei Corporation 1985 die erste kommerziell nutzbare Batterie her. Für die Anode verwendete er ein kohlenstoffhaltiges Material, in das sich Lithiumionen einlagern lassen. Dies ermöglichte eine leichte, strapazierfähige Batterie, die sich hunderte Male wieder aufla-

den ließ. Der Vorteil der neuartigen Batterien bestand darin, dass sie nicht auf chemischen Reaktionen basieren, welche die Elektroden abbauen, sondern auf Lithiumionen, die zwischen Anode und Kathode hin- und herfließen.

Im Jahr 1991 kamen Lithium-Ionen-Batterien in Japan auf den Markt. Seitdem haben Forscher auf aller Welt andere Elemente untersucht, um sie in puncto Kapazität und Spannung zu übertreffen – ohne Erfolg. Lithium-Ionen-Batterien haben den Grundstein für kabellose elektronische Geräte gelegt und können Elektroautos mit Strom versorgen sowie saubere Energietechnologien ermöglichen. Für ihre Beiträge zu dieser Errungenschaft werden John Goodenough, Stanley Whittingham und Akira Yoshino am 10. Dezember mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet.

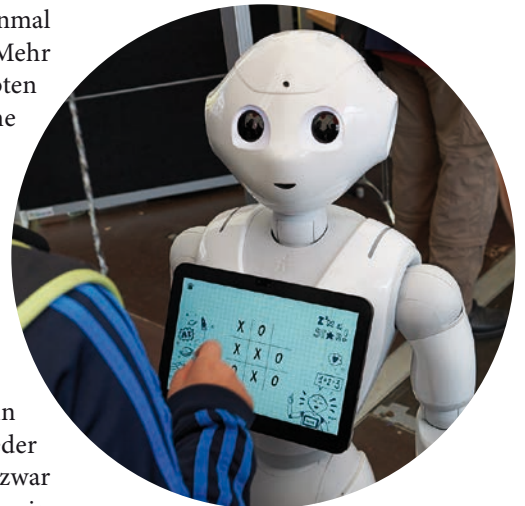
Maike Pfalz

## Ich sehe was, was du nicht siehst!

In Bonn fanden im September die diesjährigen Highlights der Physik zum Thema „Zeig dich. Das Unsichtbare sichtbar machen“ statt.

Wie sieht ein Schwarzes Loch aus? Wie klingt es, wenn zwei Schwarze Löcher miteinander verschmelzen? Oder wie lässt sich der Klang einer Stradivari sichtbar machen? Um genau solche Fragen, wie sich Unsichtbares sichtbar oder hörbar machen lässt, dreht sich die diesjährigen „Highlights der Physik“. Mitte September lockte das Wissenschaftsfestival in Bonn rund 60 000 Besucherinnen und Besucher zu zahlreichen kostenlosen Veranstaltungen an.

Den Auftakt bildete wieder einmal die große Wissenschaftsshow. Mehr als 4500 Physikbegeisterte erlebten im Bonner Telekom Dome eine abwechslungsreiche Veranstaltung, die Ranga Yogeshwar souverän moderierte. Bundesforschungsministerin Anja Karliczek betonte zu Beginn der Show, dass es dem BMBF ein wichtiges Anliegen sei, die Faszination für Physik voranzutreiben. „Und das wollen wir in den nächsten Tagen immer wieder in den Mittelpunkt stellen, und zwar spielerisch und interaktiv.“ Als ein eindrucksvolles Beispiel für das Motto der diesjährigen „Highlights der Physik“ nannte sie die Abbildung eines Schwarzen Lochs durch das Event Horizon Telescope. Diesem Verbund von Radioteleskopen ist es gelungen, den Schatten des Schwarzen Lochs der Galaxie M87 abzubilden. „Damit haben wir es geschafft, Grundlagenforschung sogar in die Tagesschau zu



bringen. Und ich hoffe, dass wir damit den einen oder anderen Jugendlichen erreichen konnten, um ihn für Physik zu faszinieren“, sagte Karliczek.

DPG-Präsident Dieter Meschede, der beim Bonner Wissenschaftsfestival ein „Heimspiel“ hatte, pflichtete Anja Karliczek bei, dass man sich bemühen müsse, junge Menschen zu



Fotos: Offer + Offer