

THE KAVLI PRIZE

EMBARGO: MAY 27, 2020 AT 15:15 UTC +1 (Norwegian time)

Forschung in der Beobachtungsbasierten Röntgenastronomie, Erfindungen im Bereich aberrationskorrigierter Linsen für Elektronenmikroskope und die Entdeckung sensorischer Rezeptoren für Temperatur und Druck gewinnen mit insgesamt \$3 Millionen dotierte Kavli-Preise.

Sieben Wissenschaftler aus fünf Ländern für bahnbrechende Entdeckungen in Astrophysik, Nano- und Neurowissenschaften ausgezeichnet

27. Mai 2020 (OSLO) — Die Norwegische Akademie der Wissenschaften hat heute die Kavli-Preisträger 2020 in den Bereichen Astrophysik, Nano- und Neurowissenschaften bekanntgegeben. Der diesjährige Kavli-Preis ehrt Wissenschaftler, deren Forschung unser Verständnis sehr großer, sehr kleiner und sehr komplexer Welten verändert hat. Die Preisträger teilen sich \$1 Million pro Forschungsfeld.

Die diesjährigen Kavli-Preisträger sind:

- **Kavli-Preis für Astrophysik:** Andrew Fabian (Großbritannien)
- **Kavli-Preis für Nanowissenschaften:** Harald Rose (Deutschland), Maximilian Haider (Österreich), Knut Urban (Deutschland) und Ondrej L Krivanek (Großbritannien und Tschechische Republik)
- **Kavli-Preis für Neurowissenschaften:** David Julius (US) und Ardem Patapoutian (US)

„Die Preisträger des Kavli-Preises 2020 repräsentieren wahrhaft bahnbrechende Wissenschaft - eine Art von Wissenschaft, die der Menschheit auf tiefgreifende Weise zugutekommt und sowohl heutige als auch künftige Generationen inspiriert“, sagt Hans Petter Graver, Präsident der Norwegischen Akademie der Wissenschaften.

Die Kavli-Preisträger 2020

Das Verständnis der Rolle der Schwarzen Löcher im ‚Ökosystem‘ der Galaxien

Der Kavli-Preis für Astrophysik geht an den Astronomen und Astrophysiker **Andrew Fabian**, für seine bahnbrechende Forschung und Beharrlichkeit in der Aufdeckung des Rätsels, wie Schwarze Löcher ihre umgebenden Galaxien sowohl im großen als auch im kleinen Maßstab beeinflussen. Jahrzehntlang haben Forscher an der Mechanik und den physikalischen Prozesse der Galaxien geforscht, und viele haben Entdeckungen gemacht, die auf Aspekte ihrer inneren Funktionsweisen hindeuten; doch keiner hat den einzigartigen Blickwinkel von Fabian: ein Verständnis auf mehreren Ebenen und das systematische Wissen, wohin zu

schauen ist, um das Puzzle der großen Zusammenhänge dieses riesigen Galaxien-Ökosystems zusammenzusetzen.

Im gegenwärtigen kosmologischen Paradigma gilt das Universum als „lebendes“ System, in dem die Gasströme in den Galaxien und in die Schwarzen Löcher in ihren Zentren sowie die anschließende Freisetzung von Energie zurück in die Galaxien und ihre Umgebung eine entscheidende Rolle spielen. Als die dunkelsten Objekte des Universums lassen sich Schwarze Löcher nur durch die Wirkung ihrer Schwerkraft beobachten. Sie ziehen Gas, Staub und Sterne aus der Umgebung an, die mit hoher Geschwindigkeit in sie hineingewirbelt werden und dabei intensive Strahlung erzeugen, vor allem Röntgenstrahlung. Die beobachtungsbasierte Röntgenastronomie eröffnete den Zugang zur Betrachtung dieser und anderer extrem heißer und energiereicher Bausteine des Universums, lieferte verblüffende Beweise für diese Prozesse in Aktion und enthüllte, wie die Hauptbestandteile des Universums dessen Gesamtentwicklung tiefgreifend beeinflussen.

Fabian, Professor an der Universität Cambridge, setzt die Röntgenastronomie zur Erforschung der Physik des Universums ein. Dank seines umfangreichen Werkes - vom Verständnis der großräumigen galaktischen Entwicklung bis hin zur Physik Schwarzer Löcher in den Zentren von Galaxien - konnte er Verbindungen zwischen den lokalen Bedingungen in der Umgebung supermassiver Schwarzer Löcher und den größeren Gasströmen innerhalb und zwischen Galaxien herstellen. Diese Forschung lieferte den Beweis, dass supermassive Schwarze Löcher im Zentrum von Galaxien die Motoren sind, die heißes Gas zum Ausströmen aus der Galaxie bringen, Energie im Universum umverteilen und die Bausteine für zukünftige Galaxien liefern.

„Fabian ist einer der produktivsten und einflussreichsten Astronomen unserer Zeit“, sagt Viggo Hansteen, Vorsitzender des Kavli-Preis-Komitees für Astrophysik. „Seine Forschung, sein breites Wissen und seine Einsichten in das Universum lieferten das wesentliche physikalische Verständnis dafür, wie unterschiedliche Phänomene in diesem Ökosystem miteinander verbunden sind.“

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie auf der Website des [Kavli-Preises](#).

Wissenschaftler in die Lage versetzen, zu sehen, was bisher unsichtbar war

Den Kavli-Preis für Nanowissenschaften teilen sich vier Wissenschaftler für ihre Forschungen und Erfindungen im Bereich aberrationskorrigierten Linsen für Elektronenmikroskope, mit denen Forscher auf der ganzen Welt in die Lage versetzt werden, die Struktur und chemische Zusammensetzung von Materialien in drei Dimensionen in bisher unerreichten Maßstäben abzubilden: Harald Rose von der Universität Ulm und der Technischen Universität Darmstadt, Maximilian Haider von der CEOS GmbH, Knut Urban vom Forschungszentrum Jülich und Ondrej Krivanek von Nion Co.

Ein Hauptziel der Nanowissenschaften ist die Schaffung von mit atomarer Präzision konstruierten Materialien und Geräten, die neuartige Funktionalitäten ermöglichen. Die Größe eines Atoms liegt bei etwa einem Ångström (0,1 Nanometer), daher ist die Abbildung und Analyse von Materialien und Geräten auf Sub-Ångström-Skala entscheidend, um die

Details der Nanowelt zu beleuchten. Die Auflösung eines klassischen Mikroskops ist durch die Wellenlänge der zur Bildgebung verwendeten Sonde begrenzt. Da die Wellenlänge des sichtbaren Lichts etwa 5000-mal größer als ein Atom ist, können optische Linsen Atome nicht abbilden.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden Elektronenstrahlen mit atomarer Wellenlänge verfügbar, was 1931 zur Erfindung des Transmissions-Elektronenmikroskops führte. Bei dieser Art der Mikroskopie wird ein Elektronenstrahl durch ein dünnes Material geleitet, wobei ein Bild entsteht, das auf der Wechselwirkung der Elektronen mit dem Material beruht. Deren Bilder werden dann vergrößert und auf ein Bildgebungsgerät fokussiert. Aber die erzielten Bilder waren verzerrt und verschwommen, weil sich die Herstellung idealer Linsen zur Fokussierung von Elektronenstrahlen als große theoretische und experimentelle Hürde erwies. Dieses Problem hielt über 60 Jahre lang sowohl Theoretiker als auch Experimentalphysiker zur Suche nach einer Lösung an. Dank ihrer Einsichten, Fähigkeiten und der Steigerung der Rechenleistung ab den 1990er Jahren konnten diese Forscher aberrationskorrigierte Linsen konstruieren, die sich zur Fokussierung von Elektronenstrahlen auf elektromagnetische Felder stützen. Dadurch konnten die Sub-Ångström-Bildgebung (weniger als ein Zehn-Milliardstel-Meter) und die chemische 3D-Analyse zu einer Standard-Charakterisierungsmethode werden.

Den Kavli-Preis im Wert von 1 Million US-Dollar teilen sich:

- **Harald Rose**, für seinen Vorschlag eines neuartigen Linsendesigns, des Rose-Korrektors, der eine Aberrationskorrektur in der Transmissionselektronenmikroskopie ermöglicht und sowohl in konventionellen als auch in Raster-Transmissionselektronen-Mikroskopen Anwendung findet.
- **Maximilian Haider**, für die Realisierung des ersten Sextupol-Korrektors, basierend auf Roses Entwurf, sowie für seine Rolle bei der Verwirklichung des ersten aberrationskorrigierten konventionellen Transmissionselektronenmikroskops.
- **Knut Urban**, für seine Rolle bei der Verwirklichung des ersten aberrationskorrigierten konventionellen Transmissionselektronenmikroskops.
- **Ondrej Krivanek**, für die Realisierung des ersten aberrationskorrigierten Rastertransmissionselektronenmikroskops (eine Art Transmissionselektronenmikroskop, bei dem der Elektronenstrahl auf einen kleinen Punkt fokussiert wird) mit Sub-Ångström-Auflösung, das dank des Quadrupol-Oktupel-Korrektors räumlich gut aufgelöste chemische Analysen ermöglicht.

„Die Arbeit dieser Wissenschaftler ist ein herrliches Beispiel für wissenschaftlichen Einfall, Hingabe und Beharrlichkeit. Sie haben Licht in eine Dimension gebracht, die wir vorher nicht sehen konnten“, sagte Bodil Holst, Vorsitzender des Kavli-Preis-Komitees für Nanowissenschaften. "Diese Wissenschaftler zu ehren und der Welt bekannt zu machen, wer sie sind und wie sie die Forschung und Technologie, die Industrie und unser Leben verändert haben, ist wichtiger denn je.“

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie auf der Website des [Kavli-Preises](#).

Entdeckung der molekularen Rezeptoren für Temperatur und Druck

Der Kavli-Preis in Neurowissenschaften wird an David Julius und Ardem Patapoutian für ihre Entdeckungen der molekularen Rezeptoren für Temperatur und Druck verliehen. Während die primären Rezeptoren unseres Geruchssinns und unseres Sehsinns seit längerem bekannt sind, fehlte bisher ein spezifisches molekulares Verständnis dafür, wie unser Körper physikalische Eigenschaften wie Temperatur und Druck erfasst und in elektrische Signale umwandelt, welche das Gehirn verarbeiten kann. In den letzten zwei Jahrzehnten haben Julius und Patapoutian unabhängig voneinander die molekularen Mechanismen beschrieben, die der Empfindung von Temperatur und Druck sowie Schmerz zugrunde liegen. Dies hat zu neuen Erkenntnissen in den Bereichen der menschlichen Physiologie und seiner Erkrankungen geführt.

David Julius, Physiologe und Professor an der Universität von Kalifornien in San Francisco, entdeckte auf elegante Weise, wie unser Körper hohe und niedrige Temperaturen erkennt. Dabei nutzte er die Fähigkeit bestimmter Chemikalien aus, die uns unterschiedliche Temperaturen vorgaukeln - wie etwa die Wärme von scharfem Chili und die Kühle von Minze. Julius und sein Team begannen mit dem Capsaicin, einer chemischen Verbindung in Chili-Pfeffer, welche das Gefühl von Hitze hervorruft. Damit gelang es ihm, das Gen identifizieren, das den ersten bekannten zellulären Temperaturfühler kodiert, den Ionenkanal namens TRPV1. Julius entdeckte ferner, dass der TRPV1-Kanal auch durch hohe Konzentrationen von Protonen und chemischen Verbindungen aktiviert wird, die bei Entzündungsreaktionen entstehen. Dieser Kanal bildet eine molekulare Grundlage für die Schmerzüberempfindlichkeit, die in geschädigtem und entzündetem Gewebe beobachtet wird. Der Ionenkanal ist somit ein molekularer Integrator sowohl zur Temperaturerfassung als auch für Entzündungssignale. Schärfe und Hitze – ob die Verätzung durch scharfen Chili oder die Verbrennung durch brühend heißen Kaffee – wird vom gleichen Sensor kodiert.

Von Julius durchgeführte genetische Experimente zeigten dann, dass mutierte Mäuse mit TRPV1-Mangel weniger hitzeempfindlich waren und deutlich weniger an Entzündungs- und Krebschmerzen litten. Diese Entdeckung führte zur Identifizierung einer ganzen Familie von weiteren Ionenkanälen, die an der Wahrnehmung bestimmter Temperaturbereiche sowie von Reizstoffen und Entzündungsprozessen beteiligt sind, die zu starken Schmerzen führen können. In anderen Experimenten identifizierten Julius und seine Mitarbeiter diese Kanäle als Infrarot-Wärmesensoren in Vampirfledermäusen und Schlangen, sowie als Angriffspunkte für Spinnen- und Skorpiongifte, was ihre umfassende Rolle bei der Temperatur- und Schmerzempfindung in der gesamten Tierwelt weiter bestätigte. Der neu entdeckte TRPV1 und andere verwandte Kanäle stehen jetzt im Fokus der Entwicklung neuer Schmerzmittel.

Ardem Patapoutian, Professor bei Scripps Research und Forscher am Howard Hughes Medical Institute, entdeckte eine Familie druckempfindlicher Ionenkanäle, PIEZOs genannt, die evolutionär tief verwurzelt sind und in vielen, selbst kaum verwandten Spezies vorkommen.

Patapoutian und seine Kollegen entnahmen Zellen aus einer Neuroblastom-Zelllinie, die in Laborschalen kultiviert werden können. Diese Zellen reagieren auf Druckänderungen, welche durch leichte Berührungen verursacht werden. Anhand einer Liste von über 300 vermuteten Kandidaten-Genen (von insgesamt mehr als 20.000, die in unserer DNA existieren), die für

einen druckempfindlichen Kanal kodieren könnten, züchteten sie Kulturen von Zellen, denen jeweils eines dieser Gene entfernt wurde. Das Labor von Patapoutian testete dann die Proben eine nach der anderen und suchte nach dem Gen, das, wenn es fehlte, zu Zellen ohne Druckempfindlichkeit führte. Das Gen Nr. 72 auf der Liste erwies sich als das Richtige.

Die PIEZOs wurden daraufhin von Patapoutian als essentielle Rezeptormoleküle für die Druckempfindung in Säugetieren bestätigt. Seine Arbeit zeigte, dass PIEZOs Ionenkanäle bilden und dass sie direkt in die Druckwahrnehmung durch Merkel-Zellen und berührungsempfindliche Nervenendigungen in der Haut sowie durch Propriozeptoren (sensorische Rezeptoren im Muskel, die auf die Position und die Bewegung des Körpers im Raum reagieren) eingebunden sind.

Die PIEZOs nehmen durch Nervenenden auch den Druck in Blutgefäßen und in der Lunge wahr und beeinflussen das Volumen roter Blutkörperchen und der Blutgefäße. Sie liegen diversen genetischen Störungen beim Menschen zugrunde. Die Entdeckung der PIEZOs öffnete die Tür zum Verständnis der *Mechanobiologie*, einem aufstrebenden Wissenschaftsgebiet, in dem sich Biologie, Ingenieurwesen und Physik überschneiden, und welches untersucht, wie physikalische Kräfte und Veränderungen in den mechanischen Eigenschaften von Zellen und Geweben zu Gesundheit und Krankheit beitragen.

„Die individuellen Entdeckungen von David Julius und Ardem Patapoutian haben der wissenschaftlichen Gemeinschaft die molekulare und neuronale Grundlage für die Thermosensorik und Mechanosensorik gegeben, die unser Verständnis der sensorischen Erkennung revolutioniert und einen tiefgreifenden Einfluss auf weltweite Gesundheits- und Krankheitsaspekte haben wird“, sagt Kristine B. Walhovd, Mitglied des Kavli-Preis-Komitees für Neurowissenschaften.

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie auf der Website des [Kavli-Preises](#).

Über den Kavli-Preis:

Der Kavli-Preis ist eine Partnerschaft zwischen der Norwegischen Akademie der Wissenschaften, dem norwegischen Ministerium für Bildung und Forschung und der Kavli-Stiftung (USA). Der Kavli-Preis ehrt Wissenschaftler für Durchbrüche in astrophysikalischer sowie nano- und neurowissenschaftlicher Naturwissenschaften, die unser Verständnis des sehr Großen, sehr Kleinen und sehr Komplexen erweitern. Die Akademie vergibt alle zwei Jahre Preise im Gesamtwert von drei Millionen Dollar, eine Million für jedes der drei Wissenschaftsfelder. Die Norwegische Akademie der Wissenschaften wählt die Preisträger auf der Grundlage der Empfehlungen von drei Preiskomitees aus, deren Mitglieder von der Chinesischen und der Französischen Akademie der Wissenschaften, der Max-Planck-Gesellschaft Deutschlands, der US-amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften und der britischen Royal Society nominiert werden. Der 2008 zum ersten Mal verliehene Kavli-Preis hat bisher 54 Wissenschaftler aus 13 Ländern - Österreich, Tschechische Republik, Frankreich, Deutschland, Japan, Litauen, Niederlande, Norwegen, Russland, Schweden, Schweiz, Vereinigtes Königreich und Vereinigte Staaten - geehrt.

Weitere Informationen über den Kavli-Preis, die Preisträger 2020 und ihre Arbeit finden Sie unter www.kavliprize.org.

Über den Kavli-Preis:

Der Kavli-Preis ist eine Partnerschaft zwischen der Norwegischen Akademie der Wissenschaften, dem norwegischen Ministerium für Bildung und Forschung und der Kavli-Stiftung (USA). Der Kavli-Preis ehrt Wissenschaftler für Durchbrüche in astrophysikalischer sowie nano- und neurowissenschaftlicher Naturwissenschaften, die unser Verständnis des sehr Großen, sehr Kleinen und sehr Komplexen erweitern. Die Akademie vergibt alle zwei Jahre Preise im Gesamtwert von drei Millionen Dollar, eine Million für jedes der drei Wissenschaftsfelder. Die Norwegische Akademie der Wissenschaften wählt die Preisträger auf der Grundlage der Empfehlungen von drei Preiskomitees aus, deren Mitglieder von der Chinesischen und der Französischen Akademie der Wissenschaften, der Max-Planck-Gesellschaft Deutschlands, der US-amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften und der britischen Royal Society nominiert werden. Der 2008 zum ersten Mal verliehene Kavli-Preis hat bisher 54 Wissenschaftler aus 13 Ländern - Österreich, Tschechische Republik, Frankreich, Deutschland, Japan, Litauen, Niederlande, Norwegen, Russland, Schweden, Schweiz, Vereinigtes Königreich und Vereinigte Staaten - geehrt.

Weitere Informationen über den Kavli-Preis, die Preisträger 2020 und ihre Arbeit finden Sie unter www.kavliprize.org.

Die Kavli-Preisträger werden gewöhnlich in Oslo in einer Zeremonie unter dem Vorsitz seiner Majestät des norwegischen Königs Harald gefeiert, gefolgt von einem Bankett im Osloer Rathaus, wo auch der Friedensnobelpreis vergeben wird. Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurde die diesjährige Preisverleihung verschoben und soll zusammen mit der Preisverleihung 2022 im September 2022 stattfinden.

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Marina Tofting (Norwegen)
Norwegische Akademie der Wissenschaften
+ 47 938 66 312
marina.tofting@dnva.no

Stacey Bailey (Vereinigte Staaten)
Kavli-Stiftung
+ 310 739 2859
sbailey@kavlifoundation.org