

# Abel-Preis für Mathematiker Misha Gromov

VON RAYMOND MORTINI UND  
MARTIN SCHLICHENMAIER \*

In den vergangenen 50 Jahren hat es auf mathematischem Gebiet revolutionäre Veränderungen gegeben, und einige der wichtigsten tragen den Namen Michael Gromovs. Die Geometrie ist eines der ältesten Gebiete der Mathematik, und im Laufe der Jahrhunderte haben sich bedeutende Mathematiker intensiv mit ihr beschäftigt.

Der diesjährige Abel-Preis für Mathematik wurde dem russisch-französischen Forscher Michael Gromov (\*1943), Professor am „Institut des Hautes Études Scientifiques“ (Paris), zuerkannt. Die Preisverleihung durch König Harald von Norwegen fand am 19. Mai während einer feierlichen Sitzung in Oslo statt. Diese, mit rund 700 000 Euro dotierte, oft mit dem Nobel-Preis verglichene höchste Auszeichnung im Bereich der Mathematik, wird seit 2003 jährlich von der Norwegischen Akademie der Wissenschaften herausragenden Forschern verliehen, welche mit revolutionären Beiträgen die mathematische Forschung weiterbrachten.

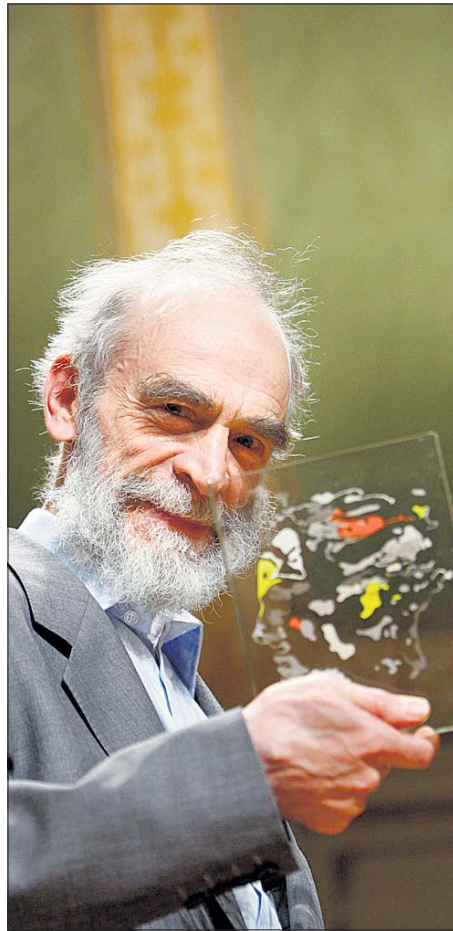
Wie der Präsentation des Preisträgers durch den Präsidenten des Komitees, Professor Kristian Seip, zu entnehmen ist, entwickelte Misha Gromov (so wird er von seinen Freunden und Kollegen genannt) grundlegende Ideen, die zu neuen Perspektiven in der Geometrie geführt haben. Die Geometrie ist eines der ältesten Gebiete der Mathematik, und im Laufe der Jahrhunderte haben sich bedeutende Mathematiker intensiv mit ihr beschäftigt. In den vergangenen 50 Jahren hat es auf diesem Gebiet revolutionäre Veränderungen gegeben, und einige der wichtigsten sind Michael Gromov zu verdanken.

Gromov spielte eine entscheidende Rolle bei der Schaffung der modernen globalen Riemannschen Geometrie, welche sich aus der Untersuchung gekrümmter Flächen und deren höherdimensionalen Entsprechungen entwickelte und eines der Fundamente zur Beschreibung des Weltraums in der Astrophysik und Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie ist. Darüber hinaus ist Gromov einer der Begründer der modernen symplektischen Geometrie, ein Gebiet auf dem auch an der Universität Luxemburg geforscht wird. Die symplektische Geometrie spielt eine wesentliche Rolle in der modernen Quantenfeldtheorie und in der sogenannten String-Theorie (eine zurzeit sehr aktuelle Forschungsrichtung zum Thema: Wie entstand der Kosmos und wohin führt die Entwicklung?). Die von Gromov eingeführten Gromov-Witten Invarianten sind in diesem Kontext von großer Bedeutung.

Als dritter Punkt in der Würdigung sind seine Beiträge zur Theorie diskreter unendlicher Gruppen aufgeführt. Hier verbindet er geometrische mit algebraischen Eigenschaften. Aber, wie der Chairman des Abel-Komitees weiter erläuterte, beschränkt sich Misha Gromov nicht nur auf diese Gebie-



Der Kosmos, ein gekrümmter Raum, festgehalten vom Nasa Hubble Space Telescope (l.) – Misha Gromov mit dem Abel-Preis.



(FOTOS: NASA/ERLEND AAS/SCANPIX)

te. Er ist immer auf der Suche nach neuen Fragen und entwickelt ständig neue Ideen für die Lösung bekannter Probleme. Er hat immer wieder tiefgreifende und neuartige Resultate erzielt, und ist nach wie vor bemerkenswert aktiv. Seine Arbeiten werden weiterhin eine Quelle der Inspiration für viele künftige mathematische Entdeckungen sein. Zu seinem Verständnis der Rolle der Mathematik hat er Folgendes geäußert: „Die Aufgabe der Mathematik und der Mathematiker ist es, die sichtbaren Regeln in der physikalischen und

**Regeln der physikalischen und geistigen Welt ausdrücken und neue strukturelle Muster finden ...**

geistigen Welt auszudrücken und darüber hinaus neue strukturelle Muster zu finden, die durch direkte Intuition und den gesunden Menschenverstand nicht zugänglich sind.“ (Übersetzung durch die Autoren.)

Einige Lebensdaten: Michael Gromov wurde 1943 in der UdSSR geboren. Er promovierte 1969 an der Universität Leningrad (heute St. Petersburg), an der er 1973 habilitierte. Im Jahre 1974 nahm er eine Professur an der New York State University in Stony Brook (USA) an, bevor er 1981 nach Paris wechselte. Dort wurde er 1982 einer von lediglich fünf permanenten Professoren am renommierten Institut des Hautes Études Scientifiques, IHES, in Bures-sur-Yvette (Frankreich).

An diesem Forschungszentrum für Mathematik, theoretischer Physik und angrenzender Gebiete können sich besonders talentierte Wissenschaftler ohne formale Lehrverpflichtung und ohne Belastung durch Verwaltungsaufgaben ganz der Forschung widmen. Gegenwärtig ist Gromov auch Professor für Mathematik am Courant Institute of Mathematical Sciences der New York University

(USA). Seit 1992 ist er französischer Staatsbürger. Er erhielt unzählige Auszeichnungen und Ehrungen.

Riemannsche Geometrie: Stellvertretend für die Arbeitsgebiete von Michael Gromov soll im Folgenden kurz die Riemannsche Geometrie herausgegriffen werden. Naiv betrachtet ist der uns umgebende Raum ein „flacher“, nach allen Seiten unbeschränkter dreidimensionaler Raum. Bereits der eminente Physiker Albert Einstein (1879 - 1955) erweiterte die Dimensionen in seiner Speziellen Relativitätstheorie auf vier, indem er die Zeit als gleichberechtigt hinzunahm. In seiner Allgemeinen Relativitätstheorie ist der Raum jedoch nicht mehr flach, sondern „gekrümmt“. Diese Krümmung wird hervorgerufen durch die, von massiven Körpern ausgelöste, Gravitationskraft.

Dieser Zusammenhang wird durch die Einsteinsche Feldgleichung gegeben. Der Krümmungseffekt kann durch astronomische Beobachtungen verifiziert werden. Die moderne theoretische Physik spricht im Rahmen ihrer Theorien von zehn (in einigen Theorien sogar von elf) dimensionalen Räumen. Jedoch sind sechs (bzw. sieben) der Dimensionen so stark gekrümmt, dass wir sie nicht direkt „sehen“ können.

Sie werden jedoch verantwortlich gemacht für die Existenz beobachtbarer und vermuteter elementarer Teilchen. Die mathematische Theorie der gekrümmten Räume, auf die bereits Einstein zurückgriff, geht zurück auf den deutschen Mathematiker Bernhard Riemann (1826-1866). Zu seinen Ehren heißt die Geometrie der gekrümmten Räume heute Riemannsche Geometrie. Was ein gekrümmter Raum ist, kann sehr ein-

fach an den beiden Beispielen „normale“ Ebene und Kugeloberfläche verstanden werden. Die normale Ebene ist „flach“, die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist eine „normale“ Gerade. Ihre Krümmung ist Null. Verbindet man stattdessen auf der Kugeloberfläche zwei Punkte mit der kürzesten Linie auf der Kugeloberfläche (in dem man z.B. ein Gummiband spannt), so ist diese Linie keine Gerade mehr. Die Linie ist gekrümmt. Wie jeder in der Schule lernt, ist die Summe der Winkel in einem beliebigen Dreieck aufgespannt durch drei Punkte und die kürzesten Verbindungen zwischen ihnen 180 Grad. Dies gilt nicht mehr auf der Kugeloberfläche. Hier ist die Winkelsumme größer als 180 Grad. Da die Erde annäherungsweise eine Kugel ist, muss, wie jeder Vermessungsingenieur weiß, dies bei Messungen auf der Erde in Betracht gezogen werden. Auch wenn für sehr kleine Entfernungen gekrümmte

**Norwegischer Abel-Preis: „For outstanding scientific work in the field of mathematics“.**

Räume fast wie flache aussehen, so hat doch die Krümmung entscheidende Auswirkungen auf die globale Geometrie. Im alltäglichen Leben auf der Erde braucht man bei Spaziergängen die Kugelgestalt nicht in Betracht zu ziehen. Aber für die Planung von Flugfernenreisen ist diese wesentlich. Verbindet man zwei Punkte in der Ebene mit der Verbindungsgeraden, so kann man auf dieser immer weiter fortschreiten ohne jemals zum Ausgangspunkt zurückzukehren.

Ganz anders ist dies auf der Kugeloberfläche, d.h. der Erde. Geht man entlang der Linie, die zwei Punkte auf dem kürzesten Weg verbindet (d.h. auf einem Großkreis) immer weiter, kehrt man nach endlicher Zeit wieder

zum Ausgangspunkt zurück.

Die globale Riemannsche Geometrie studiert den Zusammenhang der lokalen Eigenschaften wie Krümmung, Abstände, etc. mit der globalen Struktur der Räume. Natürlich ist dies nicht nur für Flächen wichtig, sondern für Räume beliebiger Dimension. Auch sei erwähnt, dass für Flächen die beiden Typen Ebene und Kugeloberfläche nicht die einzigen sind. Ein wesentlicher Beitrag von Misha Gromov zur globalen Riemannschen Geometrie war die Einführung des Gromov-Hausdorff-Abstands, der anzeigt, „wie weit zwei Räume auseinanderliegen“. Mit dessen Hilfe konnte er wichtige Ergebnisse zeigen.

Der Abel-Preis wurde 2002 zum zweihundertsten Geburtstag des großen norwegischen Mathematikers Niels Henrik Abel (1802-1829) ins Leben gerufen. Fast hundert Jahre zuvor war die Idee zur Einführung eines Abel-Preises bereits erörtert worden und stieß damals auch bei König Oscar II auf Interesse. Wegen der Auflösung der damaligen Union Norwegens mit Schweden im Jahre 1905 geriet das Projekt jedoch wieder in Vergessenheit. Erst Ende der 1990er-Jahre wurde die Idee eines Abel-Preises neugeboren: Der norwegische Schriftsteller Arild Stubhaug, welcher eine Biographie Abels verfasste, hatte gute Kontakte zu den politischen Entscheidungsträgern in Norwegen und seine Idee stieß auf großes Interesse. Unterstützung kam auch von den internationalen Mathematikervereinigungen, wie etwa der IMU (International Mathematical Union) und der EMS (European Mathematical Society). Im Jahr 2001 wurde dann ein „Fonds“ von 200 Millionen Norwegischen Kronen für den Abel-Preis von der Norwegischen Regierung unter dem damaligen Premierminister Jens Stoltenberg bereitgestellt. Die Norwegische Akademie der Wissenschaften wurde beauftragt, diesen Preis zu verwalten. Folgende Richtlinien werden genannt: „The Abel Prize is an international prize for outstanding scientific work in the field of mathematics, including mathematical aspects of computer science, mathematical physics, probability, numerical analysis and scientific computing, statistics, and also applications of mathematics in the sciences. The prize is meant to recognize contributions of extraordinary depth and influence to the mathematical sciences. Such work may have resolved fundamental problems, created powerful new techniques, introduced unifying principles or opened up major new fields of research. The intent is to award prizes over the course of time in a broad range of fields within the mathematical sciences.“

Die bisherigen Preisträger waren J. P. Serre (2003), Sir M. F. Atiyah und I. M. Singer (2004), P. Lax (2005), L. Carleson (2006), S. S. R. Varadhan (2007), J. G. Thompson und J. Tits (2008).

■ [www.abelprisen.no/en/](http://www.abelprisen.no/en/)

\* Raymond Mortini ist Professor für Mathematik an der Universität Paul Verlaine in Metz. Martin Schlichenmaier ist Professor für Mathematik an der Universität Luxemburg.