

Die Norwegische Akademie der Wissenschaften hat beschlossen, den Abel-Preis für das Jahr 2005 an

Peter D. Lax

Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University

zu verleihen, und zwar für seine bahnbrechenden Beiträge zur Theorie und Anwendung von partiellen Differentialgleichungen und zur Computersimulation ihrer Lösungen.

Schon seit Newton bilden Differentialgleichungen die Grundlage des wissenschaftlichen Verständnisses der Natur. Lineare Differentialgleichungen, bei denen Ursache und Wirkung direkt proportional sind, wurden weitgehend untersucht, und hier gibt es kaum offene Fragen. Die in Bereichen wie Aerodynamik, Meteorologie und Elastizität vorkommenden nicht-linearen Gleichungen sind dagegen sehr viel komplexer: ihre Lösungen können Singularitäten ergeben. Man denke an die Stoßwellen eines Flugzeugs beim Durchbrechen der Schallmauer.

In den 1950er und 1960er Jahren legte Lax die Grundlage für die moderne Theorie nicht-linearer Gleichungen dieser Art (hyperbolische Systeme). Er entwickelte explizite Lösungen, identifizierte Klassen von Systemen mit einem vorhersagbaren Verhalten, führte eine wichtige Entropiebedingung ein und nahm zusammen mit Glimm eine umfassende Untersuchung des Langzeitverhaltens von Lösungen vor. Außerdem führte er die heute allgemein angewendeten Lax-Friedrichs- und Lax-Wendroff-Verfahren der Computersimulation von Lösungen ein. Seine Arbeit auf diesem Gebiet hatte eine zentrale Bedeutung für die Weiterentwicklung der Theorie und war auch außerordentlich fruchtbar für praktische Anwendungen – von der Wettervorhersage bis zum Flugzeugbau.

Ein weiterer Eckpfeiler der modernen numerischen Analyse ist das „Äquivalenz-Theorem von Lax“. Angeregt von Richtmyer, formulierte Lax mit diesem Theorem die Bedingungen dafür, dass eine numerische Implementierung eine gültige Annäherung an die Lösung einer Differentialgleichung ergibt. Dieses Ergebnis war ein bedeutender Fortschritt.

Ein System von Differentialgleichungen wird „integrierbar“ genannt, wenn dessen Lösungen durch gewisse Kerngrößen, die sich mit der Zeit nicht verändern, vollständig bestimmt sind. Als klassisches Beispiel kann der Kreisel bzw. das Gyroskop genannt werden – mit Energie und Drehimpuls als unveränderlichen Größen.

Integrierbare Systeme sind seit dem 19. Jahrhundert Gegenstand wissenschaftlicher Forschung und spielen in der reinen und in der angewandten Mathematik eine große Rolle. In den späten 1960er Jahren ereignete sich eine Revolution, als Kruskal und Mitarbeiter eine neue Familie von Beispielen mit „Soliton“-Lösungen entdeckten, d. h. Einzelwellen, die bei der Fortbewegung ihre Form nicht ändern. Lax war von diesen geheimnisvollen Lösungen fasziniert und fand ein übergreifendes Konzept für deren Verständnis, indem er die Gleichungen unter Verwendung der „Lax-Paare“ neu formulierte. Dieses Konzept wurde zu einem bedeutsamen Hilfsmittel für das gesamte Fachgebiet und führte zur Entwicklung neuer integrierbarer Systeme und deren Erforschung.

Die Streutheorie befasst sich mit der Veränderung einer Welle beim Passieren eines Hindernisses. Diese Erscheinung tritt nicht nur bei Flüssigkeiten auf, sondern beispielsweise auch in der Atomphysik (Schrödinger-Gleichung). Zusammen mit Phillips entwickelte Lax eine umfassende Streutheorie und beschrieb das Langzeitverhalten von Lösungen

(insbesondere den Energieverlust). Die Arbeit dieser beiden Wissenschaftler erwies sich als fruchtbar auch für scheinbar sehr weit von Differentialgleichungen entfernte Teilgebiete der Mathematik, wie zum Beispiel die Zahlentheorie. Dies ist ein ungewöhnliches und sehr einleuchtendes Beispiel dafür, wie ein für die angewandte Mathematik entwickeltes System zu neuen Einsichten in der reinen Mathematik führt.

Peter D. Lax wird als der vielseitigste Mathematiker seiner Generation bezeichnet. Diese Aufzählung seiner beeindruckenden Leistungen ist jedoch alles andere als erschöpfend. Seine Anwendung der geometrischen Optik zur Untersuchung der Ausbreitung von Singularitäten bildete die Grundlage der Theorie der Fourier-Integraloperatoren. Zusammen mit Nirenberg leitete er die endgültigen Annäherungen des Gårding-Typs für Gleichungssysteme ab. Zu weiteren seiner bekannten Ergebnisse zählen das Lax-Milgram-Lemma und seine Fassung des Phragmén-Lindelöf-Prinzips für elliptische Gleichungen.

Der diesjährige Abel-Preisträger zeichnet sich durch die Vereinigung von reiner und angewandter Mathematik aus: Peter D. Lax besitzt ein profundes analytisches Verständnis und gleichzeitig außerordentliche Fähigkeiten, übergreifende Konzepte zu formulieren. Er hat sein Fachgebiet nicht nur durch die eigene Forschung, sondern auch durch seine Veröffentlichungen, sein stetes Interesse für die Lehre und seine Großzügigkeit gegenüber jüngeren Mathematikern entscheidend beeinflusst.