THE ABEL PRIZE 2017

Die Norwegische Akademie der Wissenschaften hat beschlossen, den Abel-Preis des Jahres 2017 an

Yves Meyer

École normale supérieure Paris-Saclay, Frankreich

„für seine Schlüsselrolle bei der Entwicklung der mathematischen Theorie der Wavelets“

zu verleihen.

Die Fourier-Analysis liefert ein nützliches Verfahren zur Zerlegung eines Signals oder einer Funktion in Teile mit einfacher Struktur, wie zum Beispiel Sinus- und Kosinuswellen. Diese Teile haben ein eng begrenztes Frequenzspektrum, sind jedoch im Raum sehr weit ausgebreitet. Die Wavelet-Analyse bietet ein Verfahren zur Zerlegung von Funktionen in Teile, die sowohl in der Frequenz wie im Raum lokalisiert sind. Yves Meyer war die visionäre treibende Kraft in der modernen Entwicklung dieser Theorie an der Schnittstelle von Mathematik, Informationstechnologie und wissenschaftlichem Rechnen.

Die Geschichte der Wavelets reicht mehr als hundert Jahre zurück bis zu einer frühen Konstruktion von Alfréd Haar. In den späten 1970er Jahren analysierte der Seismologe Jean Morlet Reflexionsdaten, die bei der Suche nach Erdöllagern erhoben worden waren, und führte empirisch eine neue Klasse von Funktionen ein, die man heute „ondelettes“ bzw. „wavelets“ nennt, und die aus einer festen Funktion durch Streckung und Verschiebung hervorgehen.

Im Frühjahr 1985 erkannte Yves Meyer, dass es sich bei einer von Morlet und Alex Grossmann gefundenen Inversionsformel um eine zuvor von Alberto Calderón entdeckte Gleichung handelte. Zu dieser Zeit war Yves Meyer bereits ein führender Vertreter der Calderón-Zygmund-Theorie singulärer Integraloperatoren. Damit begann Meyers Untersuchung der Wavelets, die sich in weniger als zehn Jahren zu einer kohärenten und vielfältig anwendbaren Theorie entwickeln sollte.

Meyers erster entscheidender Beitrag war die Konstruktion einer orthonormalen Basis glatter Wavelets. Die Existenz einer solchen Basis war bis dahin unklar. Wie in Morlets Konstruktion entstehen alle Funktionen in Meyers Basis durch Verschiebung und Streckung eines einfachen glatten „Mutter-Wavelets“, das sich ganz explizit angeben lässt. Obwohl im Grunde elementar, wirkt seine Konstruktion wie ein Wunder.

Stéphane Mallat und Yves Meyer entwickelten dann systematisch die Multiskalenanalyse, ein flexibler und allgemeiner Rahmen für die Konstruktion von Wavelet-Basen, der viele der früheren Konstruktionen auf eine bessere begriffliche Grundlage stellt. Vereinfacht gesagt erlaubt es die Multiskalenanalyse, zu jeder doppelt unendlichen Folge von verschachtelten Unterräumen des $L^2(R)$, die einigen zusätzlichen Invarianzbedingungen genügen, explizit eine orthonormale Wavelet-Basis zu konstruieren. Diese Arbeit war bahnbrechend für Ingrid Daubechies‘ Konstruktion orthonormaler Basen von Wavelets mit kompakten Trägern.

In den folgenden Jahrzehnten wurde die Wavelet-Analyse in ganz verschiedenen Gebieten angewendet, unter anderem in der angewandten und numerischen harmonischen Analysis, der Datenkompression, der Reduktion von Rauschen, der medizinischen Bildverarbeitung, der Archivierung, dem digitalen Kino, der Entfaltung von Bildern des Weltraumteleskops Hubble und bei LIGOs vor kurzem erbrachten Nachweis von Gravitationswellen als Folge der Kollision zweier Schwarzer Löcher.

Yves Meyer hat zudem grundlegende Beiträge zu Problemen der Zahlentheorie, der harmonischen Analysis und der Theorie partieller Differentialgleichungen geliefert, zu Themen wie Quasikristallen, singulären Integraloperatoren und den Navier-Stokes-Gleichungen. Die krönende Leistung seiner Arbeit vor der Beschäftigung mit Wavelets ist der Beweis der L^2-Beschränktheit des Cauchy-Integrals über Lipschitz-Kurven, den er zusammen mit Ronald Coifman und Alan McIntosh erbrachte, und der die wichtigste offene Frage im Calderón-Programm beantwortet. Die von Meyer entwickelten Methoden haben sowohl die harmonische Analysis als auch die Theorie partieller Differentialgleichungen nachhaltig beeinflusst. Darüber hinaus war es Meyers tiefe Kenntnis der Calderón-Zygmund-Theorie, die den Weg für die Entwicklung der Wavelet-Theorie eröffnete und damit eine außerordentlich fruchtbare Verbindung knüpfte zwischen einem Problem, das ganz zur reinen Mathematik gehört, und einer Theorie mit einem breiten Spektrum von Anwendungen in der realen Welt.