



RESEARCHER PROFILE

Name

Manuel Kauers

Born

1979 in Lahnstein, Germany

Contact

Research Institute for Symbolic
Computation (RISC)
Johannes Kepler University (JKU)
Altenbergerstraße 69, A-4040 Linz
manuel@kauers.de
mkauers@risc.jku.at
<http://www.kauers.de>

START 2009 Mathematics

Manuel Kauers

DIE ZÄHMUNG DES COMPUTERS

Dass moderne Computerprogramme mehr sind als dumbe Rechenhilfen, haben sie spätestens um die Jahrtausendwende bewiesen, als sie einen Schachweltmeister nach dem anderen an die Wand spielten. Mittlerweile mischen sie in der Liga der hohen Mathematik mit: Wie Manuel Kauers kürzlich gemeinsam mit Doron Zeilberger und Christoph Koutschan anhand der 1983 aufgestellten Andrews-Robbins-Vermutung zeigen konnte, „vermögen Computer mathematische Probleme zu knacken, an denen sich traditionelle Mathematiker und Mathematikerinnen jahrzehntelang die Zähne ausgebissen haben“. Was dem Computer an menschlicher Kreativität und Intuition abgeht, das kann er nämlich durch seine Fähigkeit, gigantische Formeln zu verdauen, wettmachen.

Solche computergenerierten Beweise gehören zum Bereich des Symbolischen Rechnens, einem Zweig der Computer-Mathematik, in dem man nicht mit Zahlen, sondern direkt mit Formeln und Variablen rechnet, mit Symbolen eben. Im Mekka dieser Disziplin, dem 1989 von Pionier Bruno Buchberger in Hagenberg, Oberösterreich, eingerichteten Research Institute for Symbolic Computation (RISC), entwickelt der Computermathematiker Manuel Kauers mit den Mitteln des START-Programms Lösungswege zum automatisierten Beweisen bisher unbeweisbarer Formeln. Viele Formeln sind einfach zu kompliziert, als dass man sie von Hand beweisen könnte. Mit dem Computer aber lassen sich komplizierte Formeln auf einfache Hilfsformeln zurückführen. Allerdings können diese Hilfsformeln gigantische Längen erreichen. Deshalb ist es nötig, den Computer, wie Kauers sagt, „zu zähmen“ und die erforderliche Rechenzeit von Jahrtausenden auf einige Wochen zu verkürzen. Im Fall des von Kauers und Kollegen erbrachten Beweises der Andrews-Robbins-Vermutung über die Struktur total symmetrischer planarer Partitionen (das sind Funktionen, die sich in Türmen gedachter „Bauklötze“ auf schachbrettartigen Grundflächen darstellen lassen) wäre die Druckversion der Hilfsgleichung rund eine Million A4-Seiten lang. Es ist die vielleicht längste Gleichung, die je in einem mathematischen Beweis verwendet wurde. Das Ergebnis dieser Arbeit wurde im Jänner 2011 in den renommierten Proceedings der National Academy of Sciences, USA, veröffentlicht.

Bauklötze fand Manuel Kauers schon als Bub faszinierend, besonders dann, wenn sie in bestimmten Formen zusammenpassten. Etwas später packte ihn das Computer-Virus. Doch während seine Altersgenossen am Computer spielten, fand er Spaß daran, Programme zu schreiben. Als sich für ihn am Ende des Studiums in Karlsruhe die Frage stellte, wo er sein Doktorat in Computermathematik machen sollte, empfahl ihm einer seiner Professoren nicht etwa San Francisco, sondern Hagenberg im österreichischen Mühlviertel.

Dort arbeitet und lebt er nun schon seit bald zehn Jahren, völlig in der Forschung aufgehend. Dem START-Programm verdankt er ein Team hoch spezialisierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die selbst bei weltweiter Suche nicht einfach zu finden waren. Die bereits sichtbaren und noch zu erwartenden Erfolge machen ihm Hoffnung auf eine Professur. Sein Hobby? „Reden von John F. Kennedy auswendig lernen. Mir gefällt die Virtuosität und das rhetorische Talent Kennedys.“ Aber wie sich herausstellt, geht es auch hier um den Beruf: „Bei Mathematiker-Kongressen kümmern sich die Vortragenden oft nicht darum, ob sie jemand versteht. Ich will aber so reden, dass auch die anderen etwas davon haben.“

“Together let us explore the stars, conquer the deserts, eradicate disease, tap the ocean depths, and encourage the arts and commerce.” – John F. Kennedy

TAMING THE COMPUTER

Modern computer programmes are far more than “dumb” calculation aids, a fact which became inescapably clear around the turn of the century, when a computer boggled one chess champion after another. Computers have also become a common tool in higher mathematics: As Manuel Kauers, Doron Zeilberger and Christoph Koutschan recently succeeded in showing on the basis of the Andrews-Robbins conjecture proposed in 1983, “computers are capable of cracking mathematical problems which have daunted traditional mathematicians for decades.” What computers lack in human creativity and intuition is compensated for by their ability to digest gigantic formulas.

Such computer-generated proofs have also found applications in the field of symbolic computation, a branch of computational mathematics which involves calculations not with numbers, but with formulas and variables (i.e. symbols). At the mecca of this discipline – the Research Institute for Symbolic Computation (RISC) established by pioneer Bruno Buchberger in Hagenberg, Upper Austria, in 1989 – Kauers is using the funds from his START grant to develop solutions to previously unproven formulas. Many of these proofs are simply too complicated to be done by hand. However, computers make it possible to transform complicated formulas into simpler auxiliary formulas, which can run to enormous lengths. For this reason, it is necessary to ‘tame’ the computer, as Kauers puts it, in order to shorten the necessary computation time from centuries to just a few weeks. As for the proof of the Andrews-Robbins conjecture on the structure of totally symmetric plane partitions (i.e. functions which can be depicted as towers of abstract “building blocks” on base surfaces resembling chess boards), a printout of the entire auxiliary equation would be approximately one million A4 pages long. This may be the longest equation ever used in a mathematical proof. The results of their work were published in the renowned *Proceedings of the National Academy of Sciences* (USA) in January 2011.

Even as a boy, Manuel Kauers was fascinated with building blocks, especially when they fit together to create certain shapes. A bit later, he developed a keen interest in computers. But while his peers were playing games on their computers, Kauers had more fun writing programmes. When he finished his studies in Karlsruhe and faced the question of where to do his doctorate in computer mathematics, one of his professors made an odd recommendation: not San Francisco or another faraway place, but Hagenberg, a town in the Mühlviertel region of Austria.

He has now been living and working there for nearly ten years, dedicating all of his time to research. He received a START grant thanks to a team of specialist colleagues which would not be easy to assemble even if one searched worldwide. On the basis of his past and potential future achievements, Kauers hopes to become a professor at the RISC. His hobby? “Memorising speeches by John F. Kennedy. „I like Kennedy’s incredible skill and rhetorical talent.” But as it turns out, this hobby also relates to his profession: “At mathematics conventions, many speakers don’t seem to care whether anyone understands what they’re trying to say. But I want to speak in such a way that others can benefit as well.”

BIOGRAPHY

2002 *Dipl.-Inform.* degree in computer science, University of Karlsruhe

2002–2003 Fellowship, Government of Upper Austria

2004–2005 Fellowship, German Academic Exchange Service (DAAD)

2004–present (Co-) Author of more than 30 refereed publications in high-ranking scientific journals or at international scientific conferences

2005 Doctoral degree (*Dr. techn.*) in symbolic computation, University of Linz, with distinction. Thesis: Algorithms for Non-linear Higher Order Difference Equations, supervised by Peter Paule

2005–2007 Postdoc under P. Paule

2006–present Faculty member, Research Institute for Symbolic Computation (RISC), Hagenberg

2007–present Leader and co-leader of several FWF projects

2008 Postdoc in the group of P. Flajolet at INRIA Rocquencourt

Habilitation in mathematics, University of Linz. Committee: G.E. Andrews (USA), Hoon Hong (USA), V.H. Moll (USA), P. Paule (Austria), M. Petkovšek (Slovenia), D. Zeilberger (USA)

2009 START grant: Fast Computer Algebra for Special Functions