

DIE KEPLERSCHE VERMUTUNG

Mathematische Beweise mit dem Computer

Next Generation JKU

1. Juni 2017
Ars Electronica Center, Linz

Dr. Christoph Koutschan
Johann Radon Institute for Computational and
Applied Mathematics (RICAM)
Johannes Kepler Universität Linz
Altenberger Straße 69
4040 Linz, Austria

Telefon: +43 732 2468-5254
Fax: +43 732 2468-5212

christoph.koutschan@ricam.oeaw.ac.at
<http://www.ricam.oeaw.ac.at/>



Kurzfassung

Die Keplersche Vermutung macht eine Aussage darüber, wie man Kugeln am platzsparendsten stapeln oder verpacken kann: nämlich im Wesentlichen so, wie es Marktleute seit jeher mit Orangen und anderen Früchten machen. Trotz ihrer bestechenden Einfachheit und trotz vieler Versuche dauerte es beinahe 400 Jahre, bis sie mathematisch bewiesen wurde. Allerdings konnte der 1998 von Thomas Hales vorgestellte Beweis nicht die gesamte Fachwelt überzeugen, beruhte er doch auf umfangreichen Berechnungen, die nur an einem Großrechner durchgeführt und schwerlich nachgeprüft werden konnten. Der technologische Fortschritt bringt es mit sich, dass immer mehr Resultate, auch in der Mathematik, unter Einsatz von Computern erzielt werden. Daher gibt es eine kontroverse Diskussion darüber, wie in diesem Kontext eine strenge und verifizierbare Beweisführung auszusehen hat, um auch den letzten Zweifel an der Richtigkeit von Resultaten auszuräumen.

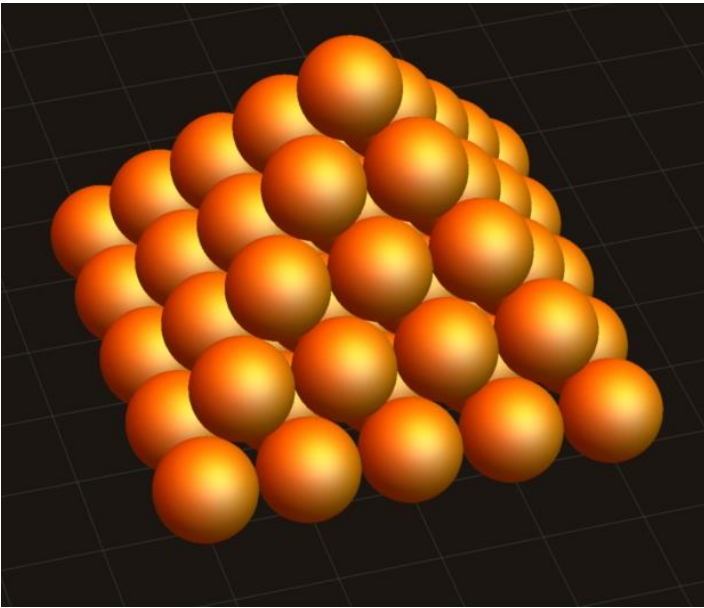
Auch in Linz beschäftigen sich MathematikerInnen damit, innovative Verfahren und Software zu entwickeln, um mathematische Aussagen automatisch, das heißt mit dem Computer, beweisen zu können. Dass diese Bemühungen außerordentlich erfolgreich sind, zeigte sich zum Beispiel vor wenigen Jahren, als der Beweis einer lange unbewiesenen Vermutung aus der Kombinatorik gelang, die etwas über die Anzahl symmetrischer Konfigurationen von Würfeln aussagt. Ebenso konnte die Verallgemeinerung von Keplers Kugelkonfiguration in höherdimensionalen Räumen studiert werden. Dass das alles aber nicht nur theoretische Spielereien sind, sondern auch konkrete Anwendungen hat, wollen wir in diesem Vortrag ebenfalls ansprechen.

Kurzbiographie

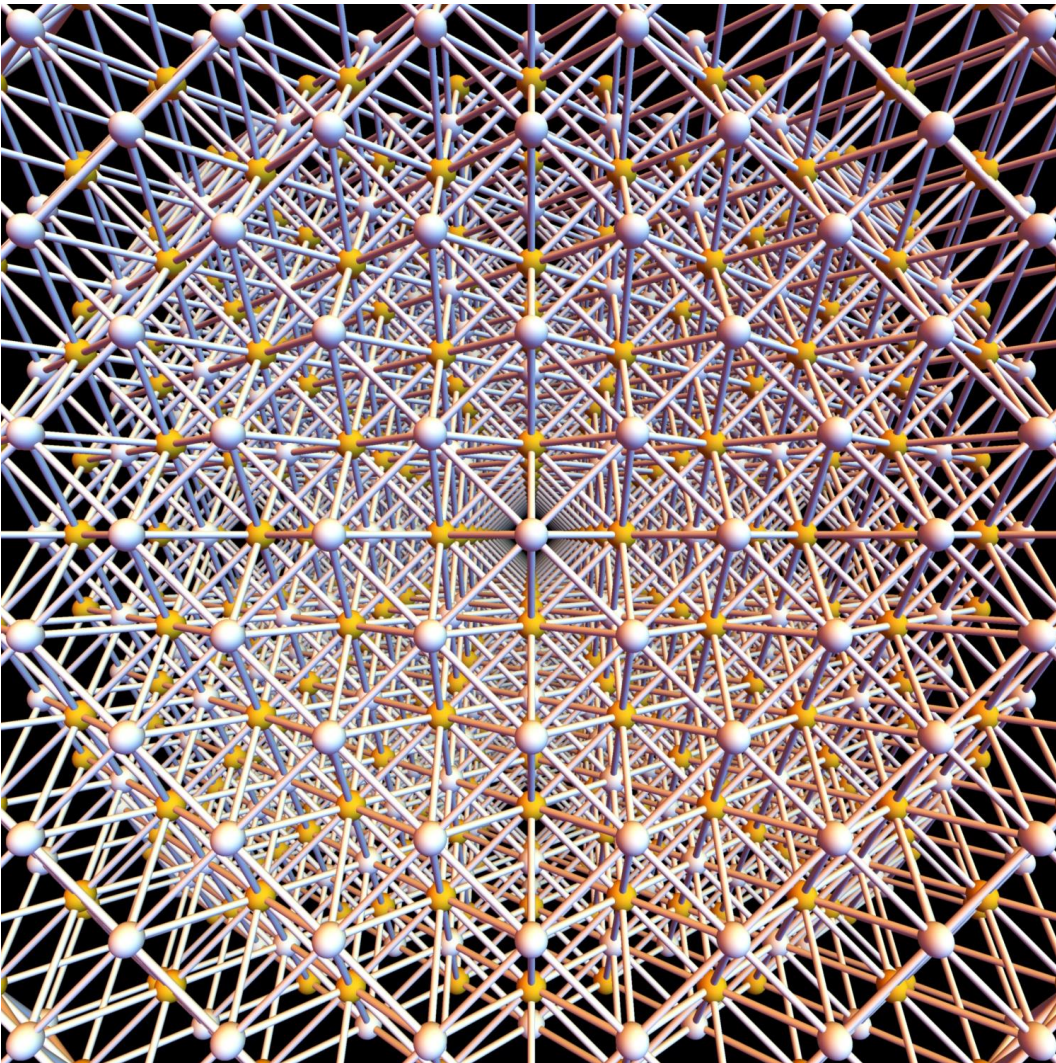
Christoph Koutschan studierte an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen-Nürnberg und wechselte dann an die Johannes Kepler Universität Linz, wo er 2009 am RISC, dem Institut für Symbolisches Rechnen, unter Peter Paule promovierte. Nach zwei jeweils einjährigen Forschungsaufenthalten als Postdoc an der Tulane University in den USA und am INRIA in Frankreich kehrte er wieder nach Linz zurück, wo er sich 2017 an der JKU habilitierte.

Die Forschungsinteressen von Christoph Koutschan liegen im Bereich der Computeralgebra und der Kombinatorik. Die Computeralgebra, als Spezialgebiet zwischen der Mathematik und der

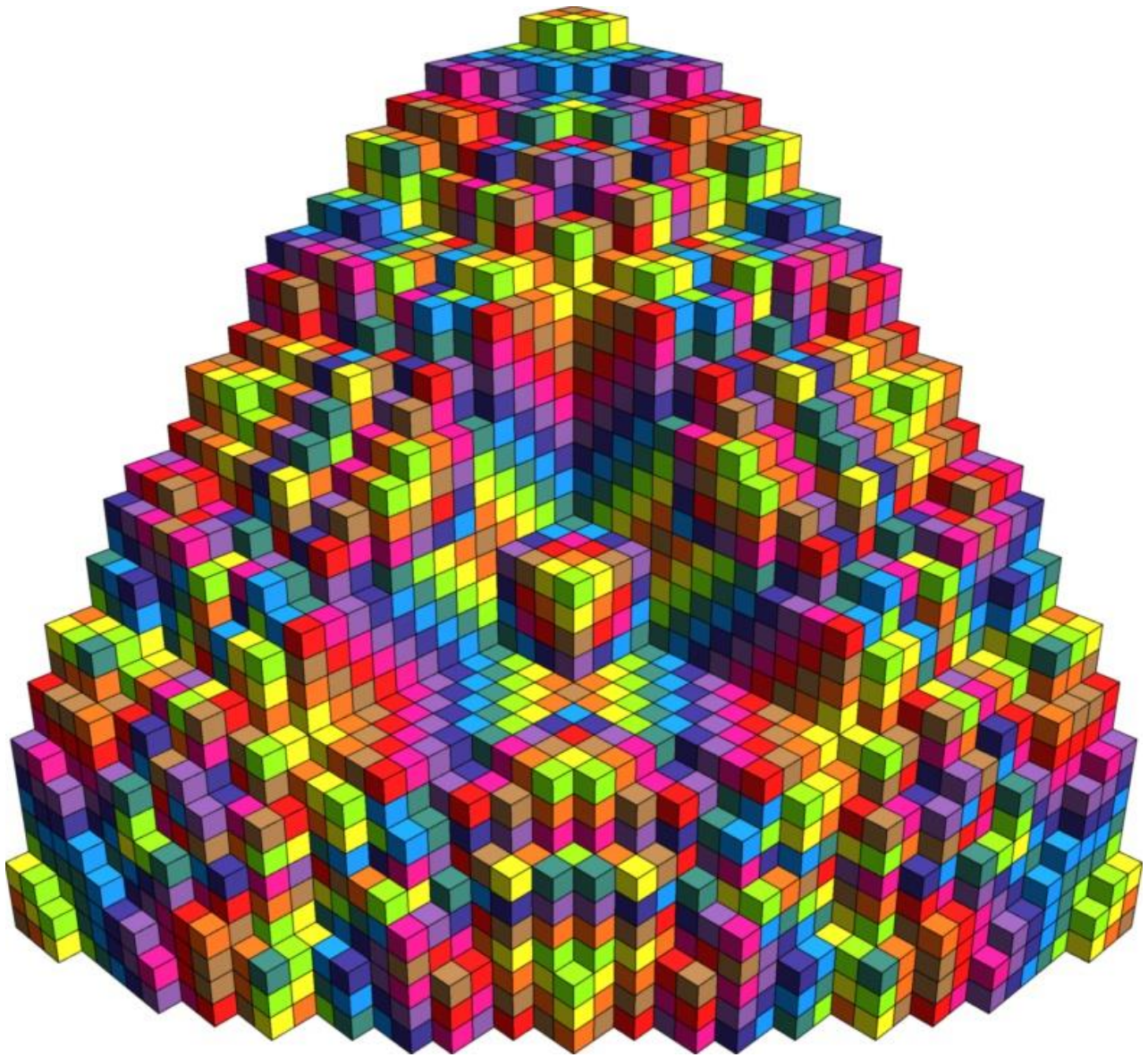
Informatik angesiedelt, beschäftigt sich mit der Entwicklung von Algorithmen, sowie deren Umsetzung in Software, um mathematische Probleme symbolisch und exakt zu lösen – im Gegensatz zu numerischen Verfahren zum Auffinden von Näherungslösungen. So hat Christoph Koutschan beispielsweise eine Software entwickelt, mit deren Hilfe einerseits mathematische Identitäten bewiesen, andererseits auch Integrale und Summen symbolisch ausgewertet werden können. Mit Hilfe dieses Werkzeugs gelang ihm auch die Lösung mehrerer, bisher offener mathematischer Probleme: eines dieser Resultate, das in Zusammenarbeit mit Manuel Kauers (JKU) und Doron Zeilberger (Rutgers University, USA) erzielt wurde, wurde 2016 mit dem renommierten David P. Robbins-Prize der American Mathematical Society ausgezeichnet. Praktische Anwendungen seiner Forschung umfassen Fragestellungen aus der statistischen Physik, die Analyse drahtloser Netzwerke und die Simulation elektromagnetischer Strahlung. Seine Arbeiten finden weltweit in Fachzeitschriften und auf Kongressen Beachtung und werden vom FWF, dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, in Form von Drittmitteln gefördert.



Platzsparende Kugelpackung im fcc-Gitter ("face-centered cubic")



fcc-Kristallgitter: Verbindungen bestehen nur zwischen nächsten Nachbarn



Totalsymmetrische planare Partition bestehend aus 10.994 Würfeln