

Formeln für den Blick nach außen

Bruno Buchberger, Gründer des Softwareparks Hagenberg, will die Softwareentwicklung automatisieren. Programmfehler sollten damit seltener auftreten. Peter Illitschko erklärte er, wie das funktionieren könnte und warum er bei aller Logik Intuition für entscheidend hält.

STANDARD: Sie arbeiten derzeit an einem Verfahren, das Entwicklungsprozesse in der Softwareindustrie automatisieren kann. Was darf man sich darunter vorstellen?

Buchberger: Ich illustriere das anhand eines Beispiels. Wir geben die Problemstellung ein. Etwa: Ich will sortieren. Das Ergebnis ist dann ein Algorithmus, ein Computerprogramm, das mir das Sortieren ermöglicht und mit dem ich dann zum Beispiel die ungeordnete Auflistung meiner Bücher alphabetisch nach Titeln oder nach Autorennamen neu reihen kann. Das Schöne dabei: Der Beweis, dass der Algorithmus, das Computerprogramm, immer richtig arbeitet, wird gleich mitgeliefert.

STANDARD: Kann sich die Softwareindustrie schon freuen, dass alle neuen Programme nun automatisch entwickelt werden?

Buchberger: Nein. Die Automatisierung der Softwareentwicklung ist ein nie abgeschlossenes Problem. So komplex und fortgeschritten unser Algorithmus zur automatischen Erzeugung von Software auch sein kann: Die Klasse der Problemstellungen, für die der Lösungsalgorithmus noch nicht automatisch erzeugt werden kann, wird immer größer sein als die automatisch beherrschbare Klasse. Denkt man, dass der Horizont näherückt, dann rückt der Horizont wieder weiter weg. Man kann nie alle Probleme gelöst haben. Wir wissen das seit dem Logiker Kurt Gödel.

STANDARD: Selbst wenn Sie den „Horizont“ nie erreichen – dieser neue Algorithmus wird die Industrie interessieren ...

Buchberger: Das tut er. Wir haben schon Sponsoren, die zum Beispiel einige unserer internationalen Studenten bezahlen. Das wird sicher noch wachsen. Auch, weil durch diese Entwicklung die Software verlässlicher in ihrer Anwendung wird. Typische Softwarefehler treten weniger häufig auf. Aber Mathematiker und Softwareentwickler werden dadurch nicht arbeitslos. Sie wenden sich dann eben komplexeren Aufgaben zu. Und können immer wieder das Neuland, von dem ich gesprochen habe, betreten, dort forschen, wo unser Verfahren den Lösungsalgorithmus noch nicht automatisch generiert. Mein Ziel war: die Rechenverfahren in den Mathematik-Lehrbuchbeispielen der ersten Semester automatisch erfinden zu können. Heute ist die-

ses Ziel längst erreicht. Es geht auch schon weiter: Ich kann jetzt sogar schon den Algorithmus für die Berechnung von Gröbner-Basen, den ich 1965 in meiner Dissertation erfunden habe, automatisch entwickeln. Ich gebe ein: Rechne Gröbner-Basen. Und schon passiert es. Damals war das eine gewaltige Denkanstrengung. Da habe ich sehr gelitten. Heute synthetisiert mein „Algorithmus zur Generierung von Algorithmen“ den Gröbner-Basen-Algorithmus in einigen Minuten am Laptop. Verblüffend eigentlich.

STANDARD: Was treibt Sie denn an bei derartigen Überlegungen? Der Grundlagenforscher Bruno Buchberger oder der Gründer des Softwareparks Hagenberg, der den Kontakt zur Industrie sucht?

Buchberger: Beides. Ich bin einerseits Wissenschaftler, reiner Mathematiker, andererseits hat es mich immer gereizt, die Herausforderungen der Industrie anzunehmen. So entsteht eine Spannung, die ich eigentlich immer schon gesucht habe. Es gibt mehrere durchaus positive Spannungen, die ich erlebe, die ich aber auch brauche, um kreativ sein zu können. Eine ist: Da die reine Grundlagenarbeit, dort die Möglichkeit, mit der Industrie gemeinsam an Problemstellungen zu arbeiten.

STANDARD: Haben Sie ein Rezept für die Industriearbeit?

Buchberger: Man muss Auftraggeber aus der Wirtschaft immer dort abholen, wo sie gerade sind. Man muss ihnen zuhören können, ihr Problem verstehen lernen und dann eine Lösung bauen, die ihnen sofort Verbesserungen bringt. Unternehmen wollen nicht in ein paar Jahren Geld verdienen, sondern sofort. Ich habe da auch viel lernen müssen, sicher auch Fehler gemacht. Aber ich glaube, wir haben hier in Hagenberg vorgezeigt, wie es geht, Grundlagenfor-



schung so rasch wie möglich zu einer Anwendung zu führen. Genau genommen habe ich das schon mit meiner Dissertation gemacht. Nur: Als ich die Gröbner-Basen erfunden habe, war mir noch nicht klar, woran ich da arbeite. Heute gibt es über 1000 Arbeiten über die Anwendungsmöglichkeiten der Gröbner-Basen, auch in der Industrie.



„
Je mehr man das Denken in Prozesse kleidet, desto deutlicher wird, dass die wesentlichen Dinge etwas anderes brauchen als den Intellekt.“



STANDARD: Welche?

Buchberger: Es gibt Varianten des Algorithmus, mit denen es erstmals gelungen ist, kryptografische Codes, die zum Beispiel für die verschlüsselte Übertragung von Finanzdaten vorgeschlagen wurden, zu brechen und als unsicher zu erkennen. Eine andere Anwendung finden die Gröbner-Basen bei der Steuerung von Ölbohrinseln. Man kann damit die Steuerung der Ventile auf der Ölplattform verbessern. Ein in der Praxis sehr wichtiges Problem. Man kennt die Form und die Verteilung der unterirdischen Hohlräume, der Kavernen, nicht. Pumpst man einen kleinen Hohlraum vorzeitig leer, kann es passieren, dass die Verbindung zu großen unterbrochen wird. Dank der Gröbner-Basen kann man nun am Verhalten der Fördermengen in Abhängigkeit von den Ventilstellungen erraten, wie die Verhältnisse unter Tag aussehen.

STANDARD: Bestätigt Sie das in Ihrer Meinung, als Mathematiker für die Wirtschaft relevante Arbeit machen zu können?

Buchberger: Ja, das tut es. Es macht mich auch ein bisschen



Bruno Buchbergers Erfindung „Gröbner-Basen“ beschäftigt bis heute die Wissenschaft. Es gibt mehr als 1000 Arbeiten über Anwendungsmöglichkeiten – unter anderem bei der Steuerung von Ventilen auf einer Ölplattform. Foto: Newald

stolz. Die Mathematik ist Basis für so vieles in meinem Leben. Im Prinzip auch für meine Arbeit als Leiter des Softwareparks Hagenberg. Management ist auch Mathematik: die Kunst, mit wenig Energie viel in Bewegung zu setzen und komplexe Strukturen aufzubauen, zu überblicken und weiterzuentwickeln. Vielleicht prädestiniert mich meine mathematische Ausbildung für diesen Job.

STANDARD: Wo liegen die Grenzen für diese mathematische Herangehensweise an die Dinge des Lebens?

Buchberger: Die Kunst des Denkens ist für mich mathematisch. Aber: Je mehr man mit Formeln das Denken in Prozesse kleidet, desto deutlicher wird, dass die wesentlichen Dinge im Leben etwas anderes brauchen als den Intellekt.

STANDARD: Und das wäre?

Buchberger: Intuition, Bewusstsein, Meditation. Das ist gewissermaßen der Blick nach innen. Während Mathematik, also die scharfe, klare Analyse, der Blick nach außen ist. Beides ist gleich wichtig.

ZUR PERSON

Bruno Buchberger (65) wollte als Kind zum Zirkus und studierte Mathematik, weil er damit angeben wollte. 1974 wurde der Innsbrucker Professor für Computer-Mathematik in Linz, in den 1980er-Jahren begann er, mehrere Institutionen zu gründen. 1987 war es das Research Institute for Symbolic Computation (RISC), heute im Schloss Hagenberg, 1990 der Softwarepark, 1992 die Fachhochschule und 1998 das Software Competence Center in Hagenberg. Der vierfache Vater, dessen Haus vor den Toren des Schlosses Hagenberg steht, ist Jazzklarinettist. Bevorzugter Stil: Dixieland. Derzeit spielt er in der Band eines Zahnarztes (www.dentaljazztrio.com). Buchberger schrieb über 100 wissenschaftliche Aufsätze. (pi)

WISSEN

Programme

■ **Algorithmus:** Ein genau definierter Handlungsablauf zur Lösung eines Problems. Im Prinzip ist auch ein Kochrezept, wenn es genaue Angaben enthält, ein Algorithmus. In der Informatik sind es Computerprogramme.

■ **Gröbner-Basen:** Die mathematische Theorie der Gröbner-Basen von Bruno Buchberger erlaubt es, ein beliebiges nichtlineares Gleichungssystem in eine Standardform zu transformieren, aus der die Lösbarkeit des Systems und alle Lösungen einfach abgelesen werden können. Nichtlineare Systeme treten in der Natur, Technik, Wirtschaft überall dort auf, wo es um „gekrümmte“ Linien, Flächen, Räume etc. geht. Der Buchberger-Algorithmus, der diese Transformation durchführt, ist in allen mathematischen Software-Systemen standardmäßig verfügbar. (red)

Lösungen für Handlungsreisende

Das Institut für Symbolisches Rechnen optimiert Abläufe und Prozesse

Vor zwanzig Jahren hat Bruno Buchberger das Institut für Symbolisches Rechnen (Risc) der Johannes-Kepler-Universität Linz ins Leben gerufen. Das Forschungsziel war, mit mathematischen Methoden an Problemlösungen zu arbeiten. Relativ bald wurde der Bedarf in der Industrie klar, weshalb man vor 15 Jahren die Risc Software GmbH gründete. Seither wird in den Mauern des alten Schlosses Hagenberg im oberösterreichischen Mühlviertel an Softwarelösungen gewerkt, die den scheinbaren „Widerspruch zwischen dem Ziel der Leistungsverbesserung und der Kostensenkung auflösen“ und beides möglich machen, wie es in einer Aussendung heißt.

Das Zauberwort am Risc, mit dem man die Industrie für eigene Programmentwicklungen interessieren will: Optimierung. Ein Lockruf, dem auch schon die österreichische Zuckerrübenbauern erlegen sind. In diesem Projekt ging es darum, die Logistikkette für den gesamten Zuckerrübentransport in Österreich

von den Feldern bis zu den Fabriken zu optimieren. Die Aufgabe: Drei Millionen Tonnen Zuckerrüben mussten über 110 Übernahmestationen zu drei Fabriken so schnell und so kostensparend wie möglich transportiert werden.

Hinter diesem und ähnlichen Projekten stehen eigens entwickelte Softwarelösungen. Zum Beispiel die Erweiterung des „Problems des Handlungsreisenden“ (Travelling-Salesman-Problem), ein Optimierungsproblem der Informatik. Es geht hier prinzipiell darum, mehrere Orte innerhalb der kürzestmöglichen Zeit aufzusuchen. In Hagenberg hat man Varianten dieses Algorithmus eingesetzt, in denen Zeitfenster und Ladekapazitäten berücksichtigt werden können.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten für die Logistik bastelte man mit einem Regelwerk, das freie Lagerplätze durch die Analyse der IST-Situation des Lagers rasch findet. Oder durch ein Netzwerkmodell, das für Großhandelsketten den gesamten Prozess



In diesem Turm in Hagenberg arbeiten die Wissenschaftler des Instituts für Symbolisches Rechnen. Foto: Risc

vom eingehenden Auftrag bis hin zur abgeschlossenen Lieferung in einem „Graphen“ abbildet, der vorhandene Ressourcen genauso anzeigt wie drohende Pönale-Kosten bei

eventuell auftretenden Verspätungen. (pi)

DER STANDARD **Webtipp:**
www.risc.uni-linz.ac.at
www.softwarepark.at

DER STANDARD FORSCHUNG SPEZIAL

Redaktion: Bettina Stimedter (Ltg.),
Peter Illitschko (Koordination),
Klaus Taschwer

Diese Beilage entsteht mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, des Wissenschaftsfonds (WF), der industriellen Kompetenzzentren und EC Austria. Die redaktionelle Verantwortung liegt beim STANDARD.

<http://ecaustria.at>