

## Forschungsschwerpunkte – Dr.-Ing. Karl Bringmann

---

Routenplanung und Online-Banking gehören zu den typischen Informatikanwendungen, die weltweit von Milliarden Menschen genutzt werden. Tatsächlich sind sie aber nur ein kleiner Ausschnitt aus dem Fach Informatik, welches, gegliedert in diverse Forschungsrichtungen, das Ziel verfolgt, das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten von Computertechnik zu erweitern. Eine solche Forschungsrichtung ist die theoretische Grundlagenforschung, welche die Möglichkeiten und Grenzen von Computerberechnungen durch mathematische Überlegungen auslotet und damit die Grundlagen für zukünftige Technologien schafft. Zwar ist diese Grundlagenforschung naturgemäß oft weit entfernt von direkten Anwendungen, allerdings würde es heute ohne die Grundlagenforschung in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts weder Routenplanung noch Online-Banking geben.

Karl Bringmann arbeitet an dieser theoretischen Grundlagenforschung, insbesondere im Algorithmenentwurf und in der Komplexitätstheorie. Das heißt, er versucht für durch Computer zu lösende Probleme erstens Algorithmen zu entwickeln, die diese Probleme möglichst schnell lösen, und zweitens zu zeigen, dass diese Probleme nicht noch schneller gelöst werden können. Zu seinen breit gefächerten Beiträgen gehört eine Verbesserung eines 60 Jahre alten Algorithmus, der Teil des üblichen Curriculums im Informatikstudium ist, sowie eines der ersten Ergebnisse der feinkörnigen Komplexitätstheorie, was ihn zu einem der Begründer dieses Forschungsfelds in Europa gemacht hat. Im Folgenden werden drei Beispiele aus Bringmanns Arbeiten umrissen:

Ein Highlight seiner Arbeit im Algorithmenentwurf ist ein verbesserter Algorithmus für das Teilsummenproblem. Dieses berühmte Problem, welches sowohl in der theoretischen Informatik als auch in der mathematischen Optimierung und dem Operations Research viel Beachtung findet, beschäftigt sich damit, wie man aus vorgegebenen Zahlen einige auswählen kann, um eine vorgegebene Summe zu erhalten. Das Teilsummenproblem hat zwar kaum direkte Anwendungen in der echten Welt, ist aber ein Spezialfall einer Vielzahl allgemeinerer Probleme, welche direkte und weitreichende Anwendungen in der Optimierung wirtschaftlicher Prozesse finden. Ziel von theoretischen Überlegungen zum Teilsummenproblem ist es also, diesen Spezialfall gut zu verstehen und dann die gewonnenen Erkenntnisse auf allgemeinere Probleme zu übertragen. Ein 60 Jahre alter Algorithmus für das Teilsummenproblem ist Teil des üblichen Curriculums im Informatikstudium und war bis vor Kurzem der

schnellste bekannte Algorithmus für dieses Problem. Bringmanns Arbeit führte zu einer Verbesserung dieses Algorithmus, also zu einer schnelleren Lösung.

Ein zweites Highlight seiner Arbeit im Algorithmenentwurf betrifft die Fehlerkorrektur in der Syntaxanalyse. Einen deutschen Satz nach Subjekt, Prädikat, Objekt usw. einzuteilen nennt man Syntaxanalyse. Der gleiche Prozess läuft im Computer ab, wenn er einen von Menschen geschriebenen Programmcode interpretiert. Nun unterlaufen Menschen beim Tippen von Programmcodes häufig Flüchtigkeitsfehler, die die Syntax des Programms zerstören können. Algorithmen, die viele solcher Flüchtigkeitsfehler automatisch erkennen und korrigieren können, gibt es seit den 1970er-Jahren. Karl Bringmann und Kollegen gelang es, einen solchen 40 Jahre alten Algorithmus zu verbessern, sie entwickelten also eine schnellere Lösung. Ihre Arbeit zeigt Verbindungen zwischen diesem Problem und einer besonderen Art der Matrixmultiplikation auf.

Ziel der Komplexitätstheorie ist es, die Limitierungen von Computern zu verstehen, also zu zeigen, dass bestimmte Probleme selbst von Computern nicht schnell gelöst werden können. Bringmanns Arbeiten prägten insbesondere den noch jungen Forschungszweig der feinkörnigen Komplexitätstheorie, der auf grundlegenden Hypothesen über die Natur von Berechnungen wie der starken Exponentialzeithypothese basiert und in der Lage ist, der Komplexität von Problemen sehr präzise Schranken zu zeigen. Er leistete einen wichtigen frühen Beitrag zur feinkörnigen Komplexitätstheorie durch eine untere Schranke für die Fréchetdistanz, einem Maß für die Ähnlichkeit zweier Routen in einem Routenplaner. Sein Ergebnis wurde von ihm und weiteren Wissenschaftlern auf ähnliche Probleme und in viele weitere Richtungen erweitert.

Zusammengefasst arbeitet Karl Bringmann also in der theoretischen Grundlagenforschung der Informatik am Entwurf von bestmöglichen Algorithmen durch eine Kombination von klassischem Algorithmenentwurf auf der einen Seite und unteren Schranken der modernen feinkörnigen Komplexitätstheorie auf der anderen Seite.