

Henning Kagermann, Vorstandspräsident, SAP AG

Mathe macht's möglich:  
Unternehmensführung im elektronischen Zeitalter\*



Unternehmensführung ohne Mathematik ist wie Raumfahrt ohne Physik. Zahlen sind zwar nicht alles im Wirtschaftsleben. Aber ohne Mathematik ist hier fast alles nichts. Dabei geht es um weit mehr als nur das Einmaleins der Buchhaltung. Die Steuerung und verantwortungsvolle Planung der Entwicklung eines Unternehmens erfordert verlässliche quantitative Analysen und Modelle. Ein Vorstandschef muss aber nicht Mathematiker sein. Die anwendbare, kodierte Form der firmenrelevanten Mathematik heißt Unternehmenssoftware. In den Lösungen, die SAP als Weltmarktführer für mehr als 46.000 Kunden in der ganzen Welt entwickelt, spielen mathematische Elemente daher eine tragende Rolle. Wir schätzen gewissermaßen so wie Goethe die Mathematik als „höchste und sicherste Wissenschaft“, weil ihre Methode, wie er in seinen Maximen und Reflexionen notiert, „gleich zeigt, wo ein Anstoß ist“. Salopper gesagt: Mit einer Fünf in Mathe hätte SAP niemals zum Klassenprimus für Unternehmenssoftware werden können.

Mathematisches Wissen kommt aber nicht nur in unseren Produkten zum Tragen. Wir brauchen auch für unsere eigene Planung der Softwareentwicklung präzise Modelle, die alles andere als trivial sind. Denn die Veränderung der zugrunde liegenden Infrastruktur folgt einer exponentiellen Dynamik – von der Leistungsfähigkeit und Preisentwicklung der Hardware, also etwa Prozessoren und Speichermedien, über die Bandbreite von Netzwerken bis zu den Kosten der Fehlersuche in komplexen Programmen und der Geschwindigkeit in der (Weiter-) Entwicklung von Programmiersprachen. All dies will bei einer langfristigen Produktplanung berücksichtigt werden.

Auch bei der effizienten Organisation eines globalen Unternehmens mit dezentralen Strukturen kann die Mathematik sehr hilfreich sein. So wurden bei SAP Einsichten aus der Netzwerktheorie herangezogen, um die Zusammenarbeit von mehr als 12.000 Entwicklern an acht verschiedenen Standorten in der Welt zu optimieren und ein robustes Netzwerk zu schaffen. Die Vernetzung beschränkt sich zudem nicht nur auf das eigene Unternehmen: Der Erfolg von SAP beruht ganz wesentlich auf dem Zusammenspiel mit dem großen Ökosystem unserer Partner und der Koinnovation mit anderen Unternehmen, und unsere Kunden haben wiederum ihre eigenen Netzwerke. Zukunftssichere Softwarelösungen müssen sie über die Unternehmensgrenzen hinaus auch bei der Optimierung und Transformation dieser Netzwerke unterstützen und daher entsprechend theoretisch fundiert sein.

Die Liste der Anwendung mathematischer Prinzipien und Modelle in Unternehmen ließe sich fast beliebig fortführen. Jedoch reicht die Bedeutung der Mathematik für Unternehmenssoftware weit über offensichtliche quantitative Fragestellungen hinaus. Als aktuelle Beispiele, mit denen sich unsere Forschungseinrichtung SAP Research befasst, können die Themen „Semantische Technologien“ und „Secure Computation“ dienen.

---

\* Veröffentlicht in: „Mathematik – Motor der Wirtschaft. Initiative der Wirtschaft zum Jahr der Mathematik“, hg. von Gert-Martin Greuel, Reinhold Remmert und Gerhard Rupprecht, Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg 2008, S. 85-88.

## Wenn nicht nur Zahlen zählen: Wie Software für die Wirtschaft schlau gemacht wird ...

Semantische Technologien sind gefragt, wenn es um die Bedeutung von Daten geht. Denn auf der Ebene der Bits und Bytes gibt es zunächst einmal weder Äpfel noch Birnen. Und einem Computerprogramm „beizubringen“, wann mit Birne ein Obst und kein leuchtender Glaskolben gemeint ist, ist alles andere als ein Kinderspiel. Semantische Technologien dienen dazu, die Informationstechnologie in der steigenden Komplexität der virtuellen Welten in dem Sinne schlau zu machen, dass Software die unterschiedlichen Daten entsprechend ihrer Bedeutung verwenden kann. Dies geschieht nach aktuellem Stand über Ontologien – begriffliche Modelle, die mit Hilfe von Logik-basierten Sprachen eine präzise Wissensrepräsentation sowie automatische Schlussfolgerungen (Inferenzen) erlauben. Sowohl die Beschreibungslogik als auch die zugehörigen Inferenzmaschinen gehen auf fundamentale Forschungsergebnisse der mathematischen Logik zurück.

Der Forschungsbereich Ontologien spielt eine große Rolle im Zuge der „Semantic Web Activity“ des „World Wide Web Consortiums“ (W3C) und befindet sich derzeit im Übergang von der reinen Grundlagenforschung hin zu ersten Industrieanwendungen. Auch das deutsche Forschungsprogramm Theseus befasst sich mit Methoden für das Ontologie-Management und der Entwicklung konkreter Anwendungsszenarien. SAP Research arbeitet dabei an den Grundlagen für ein „Internet der Dienste“, in dem Web-basierte Dienstleistungen zwischen Anbietern und Nutzern flexibel vermittelt werden. So könnte beispielsweise ein Spediteur in diesem Internet der Dienste automatisch ein geeignetes Transportunternehmen finden, das seinen Anforderungen am besten (und am kostengünstigsten) entspricht. Und er könnte dessen Dienste auch gleich in Anspruch nehmen. Suchen, finden, nutzen: Wirtschaftliches Handeln im Netz würde somit erheblich vereinfacht – nicht zuletzt dank mathematischer Grundlagenforschung.

## ... und wie Mathematik den Schlüssel zur Zusammenarbeit schafft

Das zweite Beispiel, Secure Computation, bietet eine Antwort auf folgendes Problem: Zwischenbetriebliche Anwendungen lassen sich in der Regel verbessern, wenn die Lösung auf Daten aller beteiligten Unternehmen beruht. Oft handelt es sich dabei aber um unternehmensrelevante Daten, die man nur ungern gegenüber Dritten offenlegt. So weiß man beispielsweise seit den 1960er Jahren, dass gemeinsame Optimierungen von Logistikketten (Supply Chains) lokalen Verbesserungsversuchen überlegen sind und zu niedrigeren Kosten führen. Nur sehr wenige Unternehmen sind jedoch bereit, für diesen Wettbewerbsvorteil die erforderlichen Daten wie Stückkosten und Lagerbestände auszutauschen, da diese Offenlegung ihre allgemeine Verhandlungsposition schwächen könnte.

Ein ähnliches Problem tritt beim so genannten Benchmarking auf, wenn Unternehmen ihre Effizienz anhand von Kennzahlen mit anderen Unternehmen vergleichen wollen. Auch beim Audit will ein Unternehmen nicht unbedingt die Bücher offenlegen. Es handelt sich jeweils um für das Unternehmen schützenswerte Daten, so dass ein Austausch im Klartext nur unter besonderen Voraussetzungen erfolgen kann.

Secure Computation erlaubt es den Beteiligten, beliebige Berechnungen mit den notwendigen Daten auszuführen, ohne dass diese individuellen Eingabedaten irgendeinem anderen Teilnehmer bekannt werden. Alle Teilnehmer können so die Vorteile der Zusammenarbeit nutzen, ohne den Nachteil einer gegenseitigen Offenlegung ihrer eigenen Daten zu befürchten.

Bei Secure Computation kommen häufig moderne Verschlüsselungsverfahren zum Einsatz, die auf Erkenntnissen der Zahlentheorie beruhen. Die Grundlage liefern bekannte Probleme etwa aus dem Bereich diskreter Logarithmen und der Faktorisierung großer Zahlen. Neben der Kryptographie sind aber auch andere Disziplinen wie Statistik und Komplexitätstheorie für Secure Computation von Bedeutung. Es muss zum Beispiel auch sichergestellt sein, dass keiner der Beteiligten seine eigenen Daten so manipulieren kann, dass er aus der Veränderung im Gesamtergebnis Rückschlüsse auf die Daten der anderen Teilnehmer erhält. Man spricht dann von der Analyse der Ununterscheidbarkeit von Ausgabeverteilungen verschiedener Programme. Zuletzt kommt dabei auch die Spieltheorie zum Einsatz, wenn gezeigt wird, dass ein Verfahren als sicher gelten kann, wenn die Teilnehmer in ihrem eigenen Interesse handeln, um die Daten voreinander geheim zu halten.

Unsere Forschungseinheit SAP Research ist aktiv an der Umsetzung von Entwicklungen aus dem Bereich Secure Computation beteiligt, zunächst in Prototypen und später in Produkten. Dabei gibt es einen engen Austausch mit Mathematikern der Grundlagenforschung, sowohl was die Evaluation neuester Entwicklungen als auch die Definition zukünftiger Anforderungen für Secure Computation betrifft.

Die beiden Beispiele zeigen also, wie der Einsatz modernster mathematischer Methoden zum einen (durch Secure Computation) die vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und zum anderen (dank semantischer Technologien) wirtschaftliches Handeln im Kontext virtueller Welten möglich machen kann. Die Bedeutung der Mathematik für den Erfolg von Unternehmenssoftware im Allgemeinen und SAP im Besonderen geht daher weit darüber hinaus, zu zeigen, „wo ein Anstoß ist“. In der ganzen Breite ihrer Disziplinen leistet sie vielmehr einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Unternehmensführung im elektronischen Zeitalter.